ТУРНИР

им. М. В. ЛОМОНОСОВА

1997-2008

Факториал

ТУРНИР ИМ. М. В. ЛОМОНОСОВА

1997–2008 гг.

ЗАДАНИЯ. РЕШЕНИЯ. КОММЕНТАРИИ

Составитель А. К. Кулыгин

Москва

МЦНМО
ФАКТОРИАЛ ПРЕСС

2009

ТУРНИР ИМ. М. В. ЛОМОНОСОВА 1997–2008 гг.
ЗАДАНИЯ. РЕШЕНИЯ. КОММЕНТАРИИ

Составитель А. К. Кулыгин

Тексты заданий, решений, комментариев составили и подготовили:
И. Ф. Акулич (математические игры, 2004), М. Е. Алексеев (лингвистика, 2003), В. М. Алпатов (лингвистика, 2003, 2007), П. М. Аркадьев (лингвистика, 2002–2008), В. Д. Арнольд (история, 2001), А. Артемьев (математические игры, 2005), А. Г. Банникова (математические игры, 2006, 2007), В. И. Беликов (лингвистика, 2006, 2007), А. С. Бердичевский (лингвистика, 2005), В. О. Бугаенко (математика, 1999, 2000), С. А. Бурлак (лингвистика, 2004, 2007), А. Г. Ванигасурия (биология, 2002, 2003, 2006), С. Д. Варламов (физика, 2004–2008), И. Васильева (статья, 2000), Г. М. Виноградов (биология, 2002), Т. Н. Виноградова (биология, 2002), Т. Г. Гаев (биология, 2007), Э. А. Галоян (биология, 2006), Т. С. Гейдер (математика, 2008), К. А. Гилярова (лингвистика, 2005), Т. И. Голенищева-Кутузова (математика, 2008), В. М. Гуровиц (математика, 1999, 2001), М. Э. Дворкин (математические игры, 2008), И. Г. Довгоброд (биология, 1999, 2002), С. А. Дориченко (математические игры, 1999; математика, 2002, 2007), А. А. Жаров (биология, 2007, 2008), А. В. Журавлёва (иллюстрации, 1999), А. А. Зализняк (лингвистика, 2004), А. А. Заславский (математические игры, 2004), Н. А. Зевахина (лингвистика, 2006), Т. О. Зверева (биология, 2008), Б. Л. Иомдин (лингвистика, 2003, 2004, 2007; литература, 2004), И. Б. Иткин (лингвистика, 2005, 2007, 2008; литература, 2005), М. В. Калякин (биология, 2000, 2001, 2003, 2007, 2008), Т. В. Караваева (математика, 2002, 2004, 2008), И. Карамян (физика, 2001), Т. А. Карпова (заглавные иллюстрации, 2002–2008), В. А. Клепцын (математические игры, 2002), И. А. Кобузева (биология, 1999–2001, 2005–2008), С. В. Ковальский (биология, 2006), Н. Н. Константинов (математика, 1999, 2000, 2002), Е. И. Кудрявцева (биология, 2003, 2008), Ю. Г. Кудряшов (математика, 2003–2008), К. Н. Куличенкова (биология, 2008), А. К. Кулыгин (предисловие, 1999, 2000; статистика, 1999; математические игры, 1999; физика, 1999–2008; астрономия и науки о Земле, 2006–2008), Е. А. Куприянова (биология, 1999, 2000), А. Лаврёнова (история, 2002), С. В. Лущекина (химия, 2002–2008), Ю. В. Мазурова (лингвистика, 2005), С. В. Маркелов (математика, 2003, 2008), А. А. Морковин (биология, 2007, 2008), Е. В. Муравенко (лингвистика, 1999–2003, 2006), А. С. Николаев (физика, 1999, 2000), А. А. Палий (физика, 2001), Д. А. Паперно (лингвистика, 2004), Е. Г. Петраш (биология, 1999–2001, 2003–2008), А. Ч. Пиперски (лингвистика, 2008), В. А. Плунгян (лингвистика, 2007), М. А. Раскин (математические игры, 2004), И. В. Раскина (математика, 2008; математические игры, 2008), А. М. Романов (астрономия и науки о Земле, 1999–2008), З. П. Свитанько (химия, 1999–2008), Алдр. Н. Семёнов (биология, 2007, 2008), Андр. Н. Семёнов (биология, 2007, 2008), П. В. Сергеев (математика, 2008), С. Ю. Синельников (биология, 2006, 2007), С. Г. Смирнов (история, 1999–2008), Г. А. Соколова (биология, 1999–2006), Д. Б. Староверов (биология, 2003, 2004), А. Н. Ступникова (биология, 2007, 2008), Я. Г. Тестелец (лингвистика, 2003), Р. М. Фёдоров (математические игры, 2002), Б. Р. Френкин (математика, 2008), А. В. Хачатурян (математические игры, 2002–2008), А. С. Чеботарёв (математика, 2002; математические игры, 2003), И. К. Чернышёва (литература, 2008), А. Ю. Шамшурина (заглавная иллюстрация, 2002), Н. А. Шапиро (литература, 2001–2008), А. Д. Шевелева (биология, 2006), Н. М. Шитова (лингвистика, 2008), А. С. Ярский (матем. игры, 2005), И. В. Ященко (математика, 2003–2008; математические игры, 2006).

© МЦНМО, 1997–2009.
© Оформление, макет. Факториал Пресс, 2009.
Все права защищены.

ОГЛАВЛЕНИЕ

Предисловие **13**
От председателя оргкомитета Турнира 13

XXXI турнир им. М. В. Ломоносова (28 сентября 2008 г.) **17**
Отчет 17
Общая статистика по всем участникам очного Турнира 36
О награждении 11-классников дипломами 1, 2 и 3 степени 47
Конкурс по математике 60
Задания 60
Решения к заданиям конкурса по математике 60
Критерии проверки и награждения 68
Статистика 69
Конкурс по математическим играм 70
Условия игр 70
Решения математических игр, критерии проверки 72
Критерии награждения 76
Устный конкурс. Рекомендации 76
Статистика 77
Конкурс по физике 79
Задания 79
Ответы и решения к заданиям конкурса по физике 81
Критерии проверки и награждения 89
Статистика 90
Конкурс по химии 91
Задания 91
Решения задач конкурса по химии 93
Критерии оценок и награждения 100
Статистика 102
Конкурс по биологии 104
Задания 104
Ответы на вопросы конкурса по биологии 105
Критерии проверки и награждения. 113
Статистика 114
Конкурс по лингвистике 115
Задачи 115

Решения задач конкурса по лингвистике 117
Критерии проверки и награждения 119
Статистика 121
Конкурс по литературе 122
Задания 122
Ответы и комментарии к заданиям конкурса по литературе . . . 124
Критерии проверки и награждения 143
Статистика 143
Конкурс по истории 144
Вопросы и задания 144
Ответы, решения и комментарии к заданиям конкурса по истории 148
Обзор результатов 157
Критерии проверки и награждения 160
Статистика 161
Конкурс по астрономии и наукам о Земле 162
Вопросы 162
Ответы к вопросам конкурса по астрономии и наукам о Земле . 163
Критерии оценок и награждения 196
Статистика 205

XXX турнир им. М. В. Ломоносова (30 сентября 2007 г.) 209
Отчет 209
Конкурс по математике 225
Задания 225
Решения к заданиям конкурса по математике 226
Критерии проверки и награждения 229
Конкурс по математическим играм 230
Условия игр 230
Решения математических игр 232
Критерии оценок 234
Инструкция проводящим устный конкурс «Математические игры» 236
Конкурс по физике 237
Задания 237
Ответы и решения к заданиям конкурса по физике 239
Критерии проверки и награждения 246
Конкурс по химии 247
Задания 247
Решения задач конкурса по химии 249
Критерии оценок и награждения 254
Конкурс по биологии 257
Задания 257
Ответы на вопросы конкурса по биологии 257
Критерии проверки и награждения. 274
Конкурс по лингвистике 274
Задачи 274
Решения задач конкурса по лингвистике 276

Критерии проверки и награждения . . . 279
Конкурс по литературе . . . 280
Задания . . . 280
Ответы и комментарии к заданиям конкурса по литературе . . . 283
Конкурс по истории . . . 297
Вопросы и задания . . . 297
Ответы, решения и комментарии к заданиям конкурса по истории 300
Обзор результатов . . . 310
Конкурс по астрономии и наукам о Земле . . . 314
Вопросы . . . 314
Ответы к вопросам конкурса по астрономии и наукам о Земле . 314
Критерии оценок и награждения . . . 335

XXIX турнир им. М. В. Ломоносова (1 октября 2006 г.) 341
Отчет . . . 341
Конкурс по математике . . . 354
Задания . . . 354
Решения к заданиям конкурса по математике . . . 355
Критерии проверки и награждения . . . 357
Конкурс по математическим играм . . . 358
Условия игр . . . 358
Комментарии и решения математических игр . . . 359
Рекомендации организаторам конкурса по математическим играм 366
Конкурс по физике . . . 366
Задания . . . 366
Ответы и решения к заданиям конкурса по физике . . . 368
Критерии проверки и награждения . . . 377
Конкурс по химии . . . 378
Задания . . . 378
Решения задач конкурса по химии . . . 380
Критерии оценок и награждения . . . 388
Конкурс по биологии . . . 391
Задания . . . 391
Ответы на вопросы конкурса по биологии . . . 392
Критерии проверки и награждения. . . . 404
Конкурс по лингвистике . . . 404
Задачи . . . 404
Решения задач конкурса по лингвистике . . . 406
Критерии проверки и награждения . . . 409
Конкурс по литературе . . . 410
Задания . . . 410
Ответы и комментарии к заданиям конкурса по литературе . . . 412
Конкурс по истории . . . 430
Вопросы и задания . . . 430
Ответы, решения и комментарии к заданиям конкурса по истории 433
Обзор результатов . . . 442

Конкурс по астрономии и наукам о Земле . . . 445
Вопросы . . . 445
Ответы на вопросы конкурса по астрономии и наукам о Земле . 446
Критерии проверки и награждения . . . 467

XXVIII турнир им. М. В. Ломоносова (25 сентября 2005 г.) 471
Отчет . . . 471
Конкурс по математике . . . 475
Задания . . . 475
Решения к заданиям конкурса по математике . . . 475
Критерии проверки и награждения . . . 479
Конкурс по математическим играм . . . 480
Условия игр . . . 480
Комментарии и решения математических игр . . . 482
Критерии оценок и награждения . . . 485
Конкурс по физике . . . 486
Задания . . . 486
Ответы и решения к заданиям конкурса по физике . . . 488
Конкурс по химии . . . 498
Задания . . . 498
Решения задач конкурса по химии . . . 500
Критерии оценок и награждения . . . 508
Конкурс по биологии . . . 510
Задания . . . 510
Ответы на вопросы конкурса по биологии . . . 511
Конкурс по лингвистике . . . 520
Задачи . . . 520
Решения задач конкурса по лингвистике . . . 523
Критерии проверки и награждения . . . 526
Конкурс по литературе . . . 526
Задания . . . 526
Ответы и комментарии к заданиям конкурса по литературе . . . 529
Конкурс по истории . . . 544
Вопросы и задания . . . 544
Ответы, решения и комментарии к заданиям конкурса по истории 547
Конкурс по астрономии и наукам о земле . . . 561
Вопросы . . . 561
Ответы на вопросы конкурса по астрономии и наукам о Земле . 562
Критерии проверки и награждения . . . 577

XXVII турнир им. М. В. Ломоносова (26 сентября 2004 г.) 581
Отчет . . . 581
Конкурс по математике . . . 593
Задания . . . 593
Решения к заданиям конкурса по математике . . . 593
Конкурс по математическим играм . . . 597

Условия игр . . . 597
Решения математических игр . . . 598
Конкурс по физике . . . 602
Задания . . . 602
Ответы и решения к заданиям конкурса по физике . . . 604
Конкурс по химии . . . 612
Задания . . . 612
Решения задач конкурса по химии . . . 614
Конкурс по биологии . . . 618
Задания . . . 618
Ответы на вопросы конкурса по биологии . . . 619
Конкурс по лингвистике . . . 629
Задачи . . . 629
Решения задач конкурса по лингвистике . . . 631
Конкурс по литературе . . . 634
Задания . . . 634
Ответы и комментарии к заданиям конкурса по литературе . . . 636
Конкурс по истории . . . 645
Вопросы и задания . . . 645
Ответы, решения и комментарии к заданиям конкурса по истории 648
Конкурс по астрономии и наукам о земле . . . 662
Вопросы . . . 662
Ответы на вопросы конкурса по астрономии и наукам о Земле . 663

XXVI турнир им. М. В. Ломоносова (28 сентября 2003 г.) 737
Отчет . . . 737
Конкурс по математике . . . 747
Задания . . . 747
Решения к заданиям конкурса по математике . . . 747
Критерии проверки и награждения. Статистика . . . 753
Конкурс по математическим играм . . . 755
Условия игр . . . 755
Решения математических игр . . . 756
Конкурс по физике . . . 761
Задания . . . 761
Ответы и решения к заданиям конкурса по физике . . . 762
Статистика . . . 771
Конкурс по химии . . . 772
Задания . . . 772
Решения задач конкурса по химии . . . 774
Критерии проверки и награждения. Статистика . . . 782
Конкурс по биологии . . . 785
Задания . . . 785
Ответы на вопросы конкурса по биологии . . . 786
Критерии проверки и награждения. Статистика . . . 792
Конкурс по лингвистике . . . 793

Задачи . . . 793
Решения задач конкурса по лингвистике . . . 796
Критерии проверки и награждения. Статистика . . . 799
Конкурс по литературе . . . 800
Задания . . . 800
Ответы и комментарии к заданиям конкурса по литературе . . . 802
Конкурс по истории . . . 812
Вопросы и задания . . . 812
Ответы, решения и комментарии к заданиям конкурса по истории 815
Конкурс по астрономии и наукам о земле . . . 838
Вопросы . . . 838
Ответы на вопросы конкурса по астрономии и наукам о Земле . 840
Критерии проверки и награждения. Статистика . . . 845

XXV турнир им. М. В. Ломоносова (29 сентября 2002 г.) 847
Отчет . . . 847
Конкурс по математике . . . 857
Задания . . . 857
Решения к заданиям конкурса по математике . . . 857
Критерии проверки и награждения . . . 861
Конкурс по математическим играм . . . 862
Условия игр . . . 862
Описания выигрышных стратегий и комментарии . . . 863
Критерии награждения . . . 868
Конкурс по физике . . . 868
Задания . . . 868
Ответы и решения к заданиям конкурса по физике . . . 870
Критерии проверки и награждения . . . 882
Конкурс по химии . . . 883
Задания . . . 883
Решения задач конкурса по химии . . . 884
Критерии проверки и награждения . . . 897
Конкурс по биологии . . . 898
Задания . . . 898
Ответы на вопросы конкурса по биологии . . . 899
Критерии проверки и награждения . . . 913
Конкурс по лингвистике . . . 913
Задачи . . . 913
Решения задач конкурса по лингвистике . . . 915
Критерии проверки и награждения . . . 918
Конкурс по литературе . . . 918
Задания . . . 918
Ответы и комментарии к заданиям конкурса по литературе . . . 921
Критерии проверки и награждения . . . 925
Конкурс по истории . . . 925
Вопросы и задания . . . 926

Ответы, решения и комментарии к заданиям конкурса по истории 929
Конкурс по астрономии и наукам о земле 944
Вопросы 944
Ответы на вопросы конкурса по астрономии и наукам о Земле . 946
Критерии проверки и награждения 951

XXIV турнир им. М. В. Ломоносова (30 сентября 2001 г.) 955
Отчет 955
Конкурс по математике 960
Задачи 960
Решения задач конкурса по математике 961
Конкурс по астрономии и наукам о земле 964
Вопросы 964
Ответы на вопросы конкурса по астрономии и наукам о Земле . 965
Критерии оценок и награждения 1060
Конкурс по физике 1061
Задания 1061
Ответы и решения к заданиям конкурса по физике 1063
Конкурс по химии 1070
Задания 1070
Краткие решения задач конкурса по химии 1072
Конкурс по биологии 1076
Задания 1076
Ответы на вопросы конкурса по биологии 1076
Конкурс по истории 1079
Вопросы и задания 1079
Ответы и решения к заданиям конкурса по истории 1083
Конкурс по лингвистике 1100
Задачи 1100
Решения задач конкурса по лингвистике 1101
Критерии оценок и награждения 1102
Конкурс по литературе 1104
Задания 1104
Комментарии к заданиям конкурса по литературе 1106

XXIII турнир им. М. В. Ломоносова (1 октября 2000 г.) 1113
Отчет 1113
Конкурс по математике 1117
Задачи 1117
Решения задач конкурса по математике 1117
Конкурс по астрономии и наукам о земле 1119
Вопросы 1119
Ответы на вопросы конкурса по астрономии и наукам о Земле . 1120
Конкурс по физике 1172
Задания 1172
Ответы и решения к заданиям конкурса по физике 1174

Конкурс по химии 1183
Задания 1183
Краткие решения задач конкурса по химии 1185
Конкурс по биологии 1189
Вопросы и задания 1189
Ответы на вопросы конкурса по биологии 1190
Конкурс по истории 1196
Вопросы и задания 1196
Ответы и решения к заданиям конкурса по истории 1200
Конкурс по лингвистике 1214
Задачи 1214
Решения задач конкурса по лингвистике 1215

XXII турнир им. М. В. Ломоносова (26 сентября 1999 г.) 1221
Отчет 1221
Конкурс по математике 1224
Задачи 1224
Решения задач конкурса по математике 1225
Конкурс по математическим играм 1227
Инструкция проводящему математические игры 1228
Условия математических игр 1229
Решения математических игр 1231
Конкурс по астрономии и наукам о земле 1237
Вопросы 1238
Ответы на вопросы конкурса по астрономии и наукам о Земле . 1238
Конкурс по физике 1262
Задания 1262
Ответы на задания конкурса по физике 1264
Конкурс по химии 1268
Краткие решения задач конкурса по химии 1269
Критерии оценок конкурса по химии 1273
Конкурс по биологии 1274
Вопросы и задания 1274
Ответы на вопросы конкурса по биологии 1276
Конкурс по истории 1284
Вопросы и задания 1284
Решения задач конкурса по истории 1287
Конкурс по лингвистике 1299
Задачи 1300
Решения задач конкурса по лингвистике 1301
Критерии награждения. Статистика. Итоги 1303

XXI турнир им. М. В. Ломоносова (27 сентября 1998 г.) 1311
Отчет . . . 1311
Конкурс по математике . . . 1312
Задачи . . . 1312
Решения задач конкурса по математике . . . 1313
Конкурс по математическим играм . . . 1314
Инструкция проводящему математические игры . . . 1315
Условия математических игр . . . 1316
Решения математических игр . . . 1317
Конкурс по астрономии и наукам о Земле . . . 1319
Вопросы . . . 1319
Ответы на вопросы конкурса по астрономии и наукам о Земле . 1320
Конкурс по физике . . . 1335
Задания . . . 1335
Ответы на задания конкурса по физике . . . 1337
Конкурс по химии . . . 1345
Задачи . . . 1346
Краткие решения задач конкурса по химии . . . 1347
Критерии оценок конкурса по химии . . . 1349
Конкурс по биологии . . . 1350
Вопросы и задания . . . 1350
Ответы на вопросы конкурса по биологии . . . 1351
Конкурс по истории . . . 1356
Вопросы и задания . . . 1357
Решения задач конкурса по истории . . . 1359
Конкурс по лингвистике . . . 1373
Задачи . . . 1373
Решения задач конкурса по лингвистике . . . 1374
Критерии награждения. Статистика. Итоги . . . 1375

XX турнир им. М. В. Ломоносова (28 сентября 1997 г.) 1383
Отчет . . . 1383
Конкурс по математике . . . 1384
Задачи . . . 1384
Решения задач конкурса по математике . . . 1384
Конкурс по физике . . . 1386
Задания . . . 1387
Ответы на задания конкурса по физике . . . 1388
Информация жюри о конкурсе по физике . . . 1392
Конкурс по химии . . . 1395
Задачи . . . 1396
Конкурс по истории . . . 1397
Вопросы и задания . . . 1397
Ответы на вопросы и задания конкурса по истории . . . 1399
Конкурс по наукам о Земле . . . 1407
Вопросы . . . 1407

Конкурс по биологии 1408
Вопросы и задания 1408
Ответы на вопросы и задания конкурса по биологии 1409
Конкурс по лингвистике 1411
Задачи 1411
Решения задач конкурса по лингвистике 1412
Критерии награждения. Статистика. Итоги 1413

ПРЕДИСЛОВИЕ

Турнир им. М. В. Ломоносова — ежегодное многопредметное соревнование по математике, физике, химии, астрономии и наукам о Земле, биологии, истории, лингвистике, литературе, математическим играм.

Цель Турнира — дать участникам материал для размышлений и подтолкнуть интересующихся к серьезным занятиям. Турнир проводится Международным оргкомитетом Турнира городов (председатель Н. Н. Константинов), Московским Центром непрерывного математического образования, научными учреждениями, вузами и школами Москвы при поддержке Департамента образования города Москвы, МГУ им. М. В. Ломоносова, МИОО (Московского Института открытого образования), а также школами и вузами Оренбурга, Санкт-Петербурга, Харькова и других городов.

Задания ориентированы на учащихся 7–11 класса. Однако, строгого возрастного ограничения для участия в турнире не существует, в Турнире может принять участие любой школьник. Программа во всех местах проведения одинакова, конкурсы по всем предметам проводятся одновременно в разных аудиториях в течении 5 часов. Дети имеют возможность свободно переходить из аудитории в аудиторию, самостоятельно выбирая предметы и время.

Публикация заданий с решениями, а также статистики Турнира — одна из традиций Турнира. Ежегодно после проведения Турнира организаторами издается брошюра с его заданиями и итогами.

Книга, которую вы видите перед собой, объединяет под одной обложкой задачи Турниров с 1999 по 2008 годы, а также их решения и комментарии к ним. Кроме того приводится статистика Турниров.

От председателя оргкомитета Турнира

Рад случаю приветствовать всех участников и всех организаторов Турнира им. М. В. Ломоносова. В наше время, когда многие основные успехи науки и техники достигнуты на стыке наук, возрождается надежда, что век специализации (когда каждый мог быть специалистом только в узкой области) заканчивается, и, может быть, начинается новая эпоха Возрождения, для которой характерны деятели широкой образованности и широких интересов.

Ломоносовский Турнир показывает, что наши школьники не торопятся ограничивать свои интересы. Но и мы не подталкиваем их к этому. Поле деятельности огромно. Задача Турнира им. М. В. Ломоносова показать, что в различных

школьных предметах много интересного, в частности, в тех предметах, которые по каким-то причинам не оказались в числе любимых. Выявление победителей для нас не главное, тем более что мы знаем много случаев, когда ученик при первом участии в соревновании типа олимпиад не решил ни одной задачи, а впоследствии добивался выдающихся успехов в учёбе и в науке. В числе наших главных целей — помочь молодым людям избежать узости, расширить свой кругозор. Одинаковость людей, которая удобна для регулярной работы рынка, не годится для решения проблем, которые ставит время. Эти проблемы требуют огромных умственных усилий во всех областях.

Но кроме широты интересов необходим совершенный профессионализм в конкретных, узких областях. И мы призываем старшеклассников не терять время и попробовать получить профессиональные знания, пользуясь уникальными возможностями российских традиций — специальными школами (очными и заочными), вечерними школами, кружками и т. п. Но и не терять при этом широты интересов. И во многих случаях, ваши интересы, которые сейчас кажутся несовместимыми, возможно, станут помогать друг другу.

В заключение хочу отметить огромную работу большого коллектива организаторов Турнира — учителей, студентов, профессиональных учёных — которые смогли объединить свои усилия, преодолевая трудности, связанные с различием традиций в различных науках. Всех перечислить невозможно. И особо хочу отметить огромную, фантастическую по объёму и затраченной энергии, организационную работу Кулыгина Алексея Кирилловича. Он и составил отчёт, который Вы держите в руках.

Моя же роль, как председателя, ограничилась помощью в некоторых конкретных делах.

Председатель оргкомитета Турнира им. М. В. Ломоносова
Константинов Н. Н.

85°C
CH3COOH

2008

XXXI ТУРНИР им. М. В. ЛОМОНОСОВА

28 сентября 2008 г.

ОТЧЕТ

Ломоносовский турнир — ежегодный турнир по разным предметам для всех желающих школьников. Традиционно он проводится в последнее воскресенье перед первой субботой октября. XXXI турнир состоялся 28 сентября 2008 года. Следующий, XXXII Турнир им. Ломоносова планируется провести **в воскресенье 27 сентября 2009 года**.

Турнир продолжается примерно 5–6 часов. Сколько предметов выбрать, сколько времени потратить на каждый из них и в каком порядке — участник решает сам (конкурсы проходят в разных аудиториях и всегда можно перейти из одной аудитории в другую).

Традиционно жюри не определяло лучших участников (1, 2 и 3 места). Грамотами с формулировкой «за успешное выступление на конкурсе по . . . (предмету)» награждались все школьники, успешно справившиеся с заданием по этому предмету.

Ещё одна традиция турнира — балл многоборья. Он даётся за «промежуточные» результаты по предметам, когда в работе достигнуты определённые успехи, но грамоту за это участник не получил. Если у одного участника окажется 2 или больше таких баллов — его участие в разных конкурсах будет отмечено грамотой «за успешное выступление по многоборью» Ученикам начальной школы (1–4 классы), участвовавшим в турнире наравне со старшеклассниками, для награждения достаточно получить балл многоборья только по одному предмету.

В 2007 году Министерством образования и науки Российской Федерации был утверждён Порядок проведения олимпиад школьников (приказ от 22 октября 2007 г. № 285). Это — первое государственное решение подобного уровня в Российской Федерации (да, наверное, и в мире) за всю историю школьных олимпиад. В соответствии с этим порядком оргкомитет 30 мая 2008 года подал в Российский Союз ректоров заявку на проведение экспертизы заданий Турнира и включение Ломоносовского турнира во всероссийский перечень школьных олимпиад.

Экспертиза была успешно пройдена и Турнир им. М. В. Ломоносова вошёл в «Перечень олимпиад школьников на 2008–2009 учебный год» (п. 39) в качестве олимпиады II уровня *по комплексу предметов*: *математика, физика, химия, история, биология, лингвистика, астрономия*.

Приказ Министерства образования и науки РФ от 2 сентября 2008 года «Об утверждении Перечня олимпиад школьников на 2008–2009 учебный год» был зарегистрирован в Министерстве Юстиции РФ только 15 декабря 2008 года (№ 12851).

В соответствии с утверждённым Порядком проведения олимпиад школьников (п. 19) при поступлении в вузы *победители и призёры* Турнира *по решению вуза* имеют право в течение одного года с момента утверждения списков победителей и призёров на получение одной из следующих льгот:

— быть приравненными к лицам, набравшим максимальное количество баллов по единому государственному экзамену по предмету, соответствующему профилю олимпиады;

— быть приравненными к лицам, успешно прошедшим дополнительные вступительные испытания профильной, творческой и (или) профессиональной направленности, предусмотренные Законом Российской Федерации «Об образовании», по предмету, соответствующему профилю олимпиады, в порядке, определяемом приёмной комиссией образовательного учреждения;

— быть зачисленными в образовательное учреждение без вступительных испытаний на направления подготовки (специальности), соответствующие профилю олимпиады.

В соответствии с этим параллельно с традиционной системой награждения успешно выступивших участников Ломоносовского турнира в 11 классе в 2008/2009 учебном году также определяются победители Турнира (награждаются дипломами I степени) и призёры (награждаются дипломами II и III степени).

Традиционные для Ломоносовского турнира конкурсы по математическим играм и по литературе остаются в структуре турнира, но их результаты не будут учитываться при поступлении в вузы. Математические игры были специально придуманы и проводятся для школьников средних классов (хотя, конечно же, старшеклассникам участвовать в этом конкурсе не запрещается). Конкурс по литературе также рассчитан на школьников разных классов, а не только 11 Так, задания конкурса не предполагают знакомства со всеми произведениями школьной программы по 11 класс включительно и не соответствует необходимым формальным требованиям для отбора абитуриентов при наборе в вуз.

Ещё раз отметим, что на Ломоносовском турнире главное — не соревнование, а то, что участники турнира узнают и чему научатся на само́м турнире (решая предложенные задания самостоятельно или прочитав эту книжку), на кружках и в школах, куда их пригласят (всем школьникам, пришедшим на турнир в Москве, выдаётся листок с расписанием кружков олимпиад на учебный год; в этом году, к сожалению, во время турнира расписание олимпиад также было известно не полностью).

Сборник заданий и решений Ломоносовского турнира традиционно дарится всем участникам ближайшего московского Математического праздника для 6–7 классов (который состоится 15 февраля 2009 года), а также школьникам, которые будут награждены за успешное выступление на следующем Ломоносовском турнире.

Наряду с присвоением «официального» статуса, содержательная сторона Ломоносовского турнира также получила высокую государственную оценку. Председатель оргкомитета Турнира им. Ломоносова Николай Николаевич Константинов, один из основных авторов идеи и организатор её воплощения в течение многих лет (первый турнир был проведён в 1978 году), удостоен Премии Правительства Российской Федерации 2008 года в области образования «за создание научно-практической разработки «Турнир имени М. В. Ломоносова» для общеобразовательных учреждений» (Постановление Правительства Российской Федерации от 24 декабря 2008 г. № 983).

К сожалению, в 2008 году Турнир понёс тяжёлую утрату — ушла из жизни Галина Анатольевна Соколова (07.12.1936–08.09.2008), заслуженный учитель, многолетний руководитель конкурса Ломоносовского турнира по биологии. Галина Анатольевна была не только организатором биологической части турнира, но и одним из ключевых людей, благодаря которым в Москве наряду с математическим появилось специализированное биологическое школьное образование.

В данном сборнике содержатся все задания, ответы и комментарии к ним всех конкурсов турнира по разным предметам, а также статистика результатов, дающая представление о вариантах по предметам в целом и отдельных заданиях с точки зрения школьников (насколько эти задания оказались сложными, интересными и удачными). Отметим наиболее интересные задания и темы.

На конкурсе по **математике** были предложены красивые геометрические задачи. Например, с первого взгляда на такую фигуру не очень легко понять, что её вообще можно разрезать на равные части.

Но, оказывается, это можно сделать даже тремя разными способами. И многие школьники 6–8 классов, для которым была эта предложена задача (№ 2), успешно с ней справились.

Ещё труднее поверить (это задание № 7, уже для старших классов) в существование такого многоугольника, что *любая* прямая, проходящая через определённую точку на границе такого многоугольника, делит его площадь пополам. Внешний вид такого многоугольника тоже оказывается несколько неожиданным и оригинальным.

А задача № 4 знакомит школьников с основами математической экономики, интересными и красивыми методами работы этого раздела математики.

Математические игры также возникают в самых разных областях — и в экономике (конкуренция — как игра по определённым правилам), и во многих других случаях. Например, пройденные на уроках способы решения задач можно считать «правилами игры», а школьника — участником игры, которому нужно «выиграть», решив предложенную задачу (правда, одна из основных трудностей

такого подхода — понять, с «кем» именно и по каким правилам ведётся игра). Игрой (математической) можно считать и общение с компьютером с целью добиться от него определённого результата — и вовсе не обязательно в игровой программе. Игры по правилам могут быть и спортивными (шахматы, шашки, крестики–нолики и т. п.), и учебными, демонстрирующими определённые математические идеи (анализ с конца, симметрия и др.), и просто интересными.

Именно интересные игры жюри в первую очередь и старается предлагать, не забывая и обо всём остальном (о чём школьники, возможно, догадаются далеко не сразу, быть может — через много лет). Первое задание конкурса — традиционно достаточно простое, а последнее (№ 3) — «с изюминкой», известные и простые методы решения матигр здесь необходимо применить оригинальным способом.

Прочитав условие (правила) какой-нибудь игры, многим школьникам конечно же захочется в неё поиграть. И это можно сделать прямо на устном конкурсе! Заодно устная форма проведения конкурса по математическим играм (которая рекомендуется жюри и была реализована во многих местах проведения турнира) позволяет младшим школьникам не делать случайных ошибок в непривычных по форме заданиях (принимая задачу устно, всегда можно переспросить и поправить отвечающего) и вообще не растеряться, записывая письменное решение.

На конкурсе по **физике** в этом году не было задач, близких к переднему краю этой науки. Но и в самых простых вещах физик может обнаружить немало удивительного. Например, что привычная нам лента-скотч может разматываться не только «обычным» способом, но и так, как описано в задаче № 10. Или что натрий формально лучше подходит для изготовления электрических проводов, чем алюминий или медь (задача № 4). И даже при проведении лотереи можно придумать физические «фокусы» (задача № 1).

Зато в большинстве заданий конкурсе по **астрономии** — области, где новые результаты и гипотезы появляются буквально каждую секунду — рассматриваются самые последние научные достижения. Здесь жюри приходится придумывать «универсальные» задания — для школьников разного возраста и разных интересов. Поэтому комментарии (ответы) к астрономическим заданиям зачастую достаточно полно охватывают какую-либо область астрономии и потому получаются объёмными, но зато интересными. Одно из последних астрономических достижений, рассмотренных в конкурсе по астрономии — первое прямое визуальное наблюдение экзопланет (то есть планет не Солнечной системы) в 2008 году.

Сказочный «аленький цветочек» рассматривается в задании № 3 конкурса по **биологии**. Эту детскую сказку записал известный русский писатель Сергей Тимофеевич Аксаков (1791–1859), он услышал её в детстве во время своей болезни. Сочинители этой сказки верно подметили, что в наших краях (Аксаков родился и ранние детские годы провёл в Уфе) действительно почти не встречаются цветы ярко-красного цвета, но зато их можно добыть в дальних путешествиях в жаркие страны. А вот почему? Именно это и спрашивается в задании по биологии.

Другое задание биологического конкурса (№ 1) посвящено удивительным светящимся морским животным. Оказывается, их насчитывается несколько со-

тен видов. И светятся они по самым разным соображениям — чтобы осветить себе путь на большой глубине или в пещере, куда не попадает солнечный свет, чтобы вспышкой света напугать или сбить с толку врага, который может съесть, или же, наоборот, приманить добычу на светящуюся «удочку». Некоторые животные с помощью света общаются между собой, а другие светятся и вовсе случайно (например, наевшись других светящихся организмов).

В задании № 7 конкурса по **химии** рассмотрено несколько необычное поведение плотности водного раствора уксусной кислоты в зависимости от концентрации, связанное со сложным строением раствора, образованием в нём пространственных структур за счёт водородных связей между молекулами.

Одно из заданий конкурса по лингвистике (в этом году № 2) традиционно строится на материале редкого, «экзотического» языка. На этот раз это язык кук тайóрре — на нём говорит около 250 представителей народа тайорре на северо-востоке Австралии. Такой «маленький» язык нам может показаться очень удивительным. Точно также, как носителям этого языка наверняка покажется удивительным русский язык, на котором говорит так много людей (примерно 300 миллионов человек). И тем более носители языка кук тайóрре удивятся, если узнают, что задачу про их родной язык решало несколько тысяч школьников. (А, учитывая современный уровень развития систем коммуникации, — когда-нибудь наверняка узнают).

Отличительная черта конкурса по литературе — тексты ответов и решений в основном подготовлены не жюри, а написаны самими участниками в конкурсных работах. Задача жюри здесь — подобрать для публикации наиболее удачные, точные, содержательные и интересные ответы, дополнить, уточнить и прокомментировать их. Как показывает опыт, серьёзные литературоведческие тексты, написанные взрослыми, с точки зрения школьников часто оказываются сложными для чтения и понимания, а иногда и просто скучными. Литературный конкурс Ломоносовского турнира предоставляет уникальную возможность исправить эту ситуацию. Среди работ нескольких тысяч участников из разных классов, разных школ и регионов обязательно находятся очень хорошие работы. Собранные вместе, они позволяют составить решения заданий литературного конкурса намного лучше, понятнее и интереснее для школьников, чем это получилось бы у жюри самостоятельно.

В 2008 году в Москве и Московском регионе на Ломоносовском турнире было зарегистрировано участников: 11371, всего сданных участниками работ по разным предметам: 37041; жюри также прослушало 410 устных ответов по математическим играм. Грамотами за успешное выступление было награждено 4179 участников.

По классам количество участников и победителей распределилось следующим образом:

Класс	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	Всего
Участников	1	7	57	360	998	1763	2156	2226	1778	2023	11369
Награждено	0	3	32	177	419	863	832	596	522	735	4179

Из них 2952 участника получили грамоты за успешное выступление по одному из предметов (или в многоборье, которое в этой статистике учитывается как отдельный предмет), 912 — по двум предметам, 233 — по трём. Сразу по четырём предметам награды получили 66 участников, по пяти предметам — 14 человек. Рекордный результат — грамоты за успешное выступление по 6 предметам — 2 участника (из центра образования «Пятьдесят седьмая школа» и центра образования № 1862 города Москвы).

Ещё раз отметим, что жюри никогда не рассматривало Ломоносовский турнир как соревнование по количеству предметов, но всегда с удовольствием отмечает достигнутые школьниками (и их учителями) успехи. «Профиль» школы — информация о том, какими предметами (и конкурсами Ломоносовского турнира по этим предметам) там интересуются школьники и учителя — также может оказаться интересной (а порою — даже неожиданной) для учителей, нынешних, а также будущих школьников этой школы и их родителей.

Ниже приводится таблица результатов участников турнира 2008 года, получивших грамоты за успешное выступление по трём предметам и более (включая многоборье). К сожалению, опубликовать результаты всех участников, награжденных грамотами за успешное выступление, не представляется возможным из-за огромного объема информации. Но полную таблицу результатов можно посмотреть в интернете по адресу http://www.mccme.ru/olympiads/turlom/2008.

Названия предметов:

МА — математика, МИ — математические игры,
ФИ — физика, ХИ — химия,
БИ — биология, АС — астрономия и науки о Земле,
ЛИ — лингвистика, ИС — история,
ЛТ — литература, МН — многоборье.

Фамилия, Имя	Кл.	Школа №	Город	Грамоты
3 класс				
Поляков Егор	3	шк. 221	Москва	ИС БИ АС МН
4 класс				
Абдуллаев Руслан	4	гим. 1	Железнодорожный	МА ФИ БИ АС МН
Соловьев Даниил	4	шк. 1302	Москва	МА ФИ АС
Щевьёва Надежда	4	шк. 85	Москва	МА БИ МН
5 класс				
Афанасьева Златислава	5	шк. ИНТ	Москва	ИС БИ АС
Гаража Илья	5	шк. ИНТ	Москва	МА АС МН
Грибунин Андрей	5	шк. 2007	Москва	МА АС МН
Данилова Алина	5	гим. 1590	Москва	МА БИ МН
Дмитриев Виктор	5	лиц. 30	СПб	МА ФИ АС
Игнатьева Наталья	5	шк. ИНТ	Москва	ХИ БИ МН
Кабаков Даниил	5	шк. ИНТ	Москва	МА ИС АС
Калиниченко Ольга	5	ЦО 1862	Москва	МА ХИ ИС БИ ЛИ АС
Крюкова Екатерина	5	шк. ИНТ	Москва	МА ФИ БИ АС
Митронов Руслан	5	шк. 1327	Москва	МА ИС БИ АС
Поносов Иван	5	шк. 853	Москва	МА ИС БИ АС
Рыбина Алла	5	гим. 1514	Москва	МА ФИ ХИ МН
Смирнова Мария	5	шк. 887	Москва	МА ФИ БИ АС

Фамилия, Имя	Кл.	Школа №	Город	Грамоты
Соколов Андрей	5	шк. ИНТ	Москва	МА БИ АС
Соловьёв Александр	5	шк. 2007	Москва	МА АС МН
Химуля Григорий	5	шк. 444	Москва	ФИ БИ АС
Швецова Ольга	5	гим. 1514	Москва	МА БИ АС
Юрин Александр	5	шк. ИНТ	Москва	ИС АС МН
6 класс				
Алиева Айя	6	гим. 1567	Москва	ФИ БИ МН
Архипова Екатерина	6	шк. 1307	Москва	МА БИ МН
Богачев Николай	6	гим. 1554	Москва	ФИ АС МН
Бугаев Сергей	6	шк. 1978	Москва	МА ФИ МН
Будко Антон	6	шк. 520	Москва	ИС АС МН
Буланова Юлия	6	шк. 2	Пушкино	ФИ БИ МН
Голованов Кирилл	6	гим. 1522	Москва	ФИ БИ ЛИ МН
Гоноцкая Анастасия	6	ЦО 1409	Москва	МА БИ МН
Гритченко Максим	6	шк. 1189	Москва	МА ФИ БИ
Гузеев Виталий	6	шк. –	Островцы	ИС БИ МН
Данилов Пётр	6	шк. ИНТ	Москва	МА ФИ БИ МН
Журбенко Дмитрий	6	гим. 1534	Москва	МА ИС ЛИ
Зайцев Илья	6	шк. ИНТ	Москва	МА ФИ МН
Злобина Екатерина	6	шк. 2007	Москва	МА ФИ БИ
Кислов Виктор	6	шк. ИНТ	Москва	МА БИ АС
Коныжева Софья	6	гим. Дмитров	Дмитров	МА ИС МН
Костенко Ирина	6	шк. ИНТ	Москва	МА ФИ ИС БИ МН
Кривых Полина	6	шк. 2007	Москва	ФИ ИС МН
Левин Олег	6	шк. ИНТ	Москва	ФИ БИ МН
Мазаев Павел	6	шк. 853	Москва	МА ФИ ИС БИ
Матяш Иван	6	шк. 3	Жуковский	МА ИС АС
Николаев Глеб	6	шк. ИНТ	Москва	МИ ИС БИ ЛИ МН
Новиков Лева	6	шк. ИНТ	Москва	МА МИ ФИ
Овчинников Алексей	6	ЦО 1601	Москва	ИС БИ ЛИ МН
Пацаев Тимофей	6	шк. 1189	Москва	ФИ БИ МН
Плиев Муса	6	шк. 659	Москва	ФИ ХИ ИС АС
Пронина Полина	6	шк. ИНТ	Москва	МА ИС БИ
Розин Юрий	6	шк. 444	Москва	МА БИ МН
Рюмин Константин	6	шк. ИНТ	Москва	ИС БИ АС
Рябов Илья	6	шк. 1133	Москва	МА БИ МН
Шишков Александр	6	гим. Традиционная	Москва	МА ИС БИ
Щевьёва Любовь	6	шк. 1189	Москва	МА ЛИ АС МН
7 класс				
Акимова Дина	7	шк. 82	Черноголовка	МА ФИ ИС БИ
Андреев Сергей	7	шк. 444	Москва	МА ФИ БИ
Асташов Игорь	7	шк. Филипповская	Москва	МА ФИ ЛИ
Афанасьев Владимир	7	лиц. Л2Ш	Москва	ФИ БИ АС
Ашихмина Дарья	7	гим. 45	Москва	МА ИС БИ МН
Балашов Сергей	7	шк. 104	Москва	МИ ФИ МН
Безсуднова Ольга	7	гим. 1514	Москва	МА ФИ МН
Беликов Павел	7	гим. 1588	Москва	МА ФИ ЛИ
Белин Егор	7	лиц. 67	Иваново	ИС БИ МН
Бойко Елизавета	7	шк. ИНТ	Москва	ФИ ИС БИ
Бокун Владислав	7	шк. 82	Черноголовка	БИ АС МН
Большаков Иван	7	шк. 1338	Москва	МА ФИ ИС
Боратинский Максим	7	ЦО 57Ш	Москва	ИС АС МН
Бородин Георгий	7	ЦО 1409	Москва	ФИ ИС БИ

Фамилия, Имя	Кл.	Школа №	Город	Грамоты
Борохов Ашер	7	шк. 1199	Москва	МИ ИС БИ МН
Будкин Иван	7	шк. ИНТ	Москва	МА ФИ ИС МН
Валуев Павел	7	шк. 743	Москва	ФИ БИ АС
Вишняков Павел	7	шк. 2007	Москва	МА МИ ФИ БИ
Воронин Алексей	7	гим. 1534	Москва	МА ИС АС
Воротынцев Егор	7	лиц. –	Троицк	ФИ БИ МН
Галеев Оскар	7	шк. ИНТ	Москва	МА ФИ БИ МН
Годунов Тимофей	7	шк. ИНТ	Москва	МА МИ БИ
Голубенко Анна	7	лиц. Л2Ш	Москва	МА ФИ ИС
Горбачева Анастасия	7	шк. 1282	Москва	МА БИ АС
Гребенникова Юлия	7	шк. ИНТ	Москва	МА МИ ФИ
Григорьев Тимофей	7	гим. 1514	Москва	ФИ БИ АС
Грицкевич Тихон	7	гим. 1514	Москва	ФИ БИ МН
Дасюкевич Пётр	7	лиц. МПЛ	Мурманск	МА ФИ МН
Демченко Сергей	7	шк. 179	Москва	МИ ФИ МН
Денисенко Анна	7	шк. 1199	Москва	БИ ЛИ МН
Докторов Александр	7	шк. 743	Москва	ФИ ИС МН
Емельянов Павел	7	шк. 1199	Москва	БИ ЛИ АС
Еч Станислав	7	шк. 1	Протвино	МА ФИ ИС АС
Жиляев Геннадий	7	шк. ИНТ	Москва	МА ИС ЛИ
Зверев Иван	7	шк. 853	Москва	МА МИ ФИ
Золотов Александр	7	шк. ИНТ	Москва	МА ХИ МН
Игнатьев Савва	7	шк. 1189	Москва	ФИ БИ МН
Исалы Султан	7	шк. 6	Серпухов	МИ ИС БИ
Ищенко Михаил	7	шк. 179	Москва	ФИ ИС ЛИ МН
Калинов Даниил	7	шк. ИНТ	Москва	МА МИ ФИ БИ ЛИ
Кантер Дарья	7	гим. 1514	Москва	ФИ БИ МН
Карасев Алексей	7	шк. 967	Москва	ФИ БИ МН
Кеппер Артём	7	шк. 2013	Москва	ФИ ИС БИ
Кириллов Илья	7	шк. Vita	Москва	ХИ ИС АС
Кирнева Маргарита	7	шк. 444	Москва	МА ФИ ИС
Классен Юрий	7	гим. 1516	Москва	МА ФИ МН
Колодзей Дарья	7	шк. 1410	Москва	МА МИ АС
Копылов Александр	7	шк. 853	Москва	МА ФИ БИ
Круглякова Мария	7	гим. 1514	Москва	ФИ БИ ЛИ МН
Куликов Алексей	7	шк. ИНТ	Москва	МА МИ ФИ БИ
Курбатов Андрей	7	гим. 1514	Москва	МА МИ ФИ ИС БИ
Лебедев Дмитрий	7	гим. 1543	Москва	ФИ БИ МН
Левинсон Татьяна	7	ЦО 654	Москва	МА ФИ БИ
Левицкий Юрий	7	лиц. Л2Ш	Москва	МА ФИ МН
Ливенский Алексей	7	шк. 11	Старый Оскол	ИС БИ МН
Лукин Евгений	7	шк. 1189	Москва	МА ФИ МН
Лысакова Екатерина	7	гим. 4	Курск	ИС БИ МН
Малых Александр	7	шк. 444	Москва	МА ФИ ИС
Марков Иван	7	гим. 1543	Москва	ФИ ИС АС
Мирошниченко Верон.	7	шк. 1199	Москва	ИС ЛИ МН
Морозов Егор	7	лиц. Л2Ш	Москва	МА ФИ АС
Надоленко Владислав	7	шк. 1360	Москва	ФИ ЛИ МН
Назарова Наталья	7	шк. 1189	Москва	МА МИ ФИ ИС
Ненашева Мария	7	шк. 1100	Москва	ИС БИ ЛИ МН
Николаева Мария	7	шк. 1199	Москва	ИС БИ ЛИ
Новиков Илья	7	шк. 176	Москва	МА ФИ ИС МН
Огнева Виктория	7	гим. 1588	Москва	ИС БИ АС
Олениченко Илья	7	шк. 743	Москва	МА ФИ БИ АС
Панченко Юлия	7	гим. 1514	Москва	МА БИ АС

Фамилия, Имя	Кл.	Школа №	Город	Грамоты
Парфенова Полина	7	шк. 853	Москва	ФИ БИ МН
Педанов Владимир	7	шк. 2003	Москва	ФИ ИС МН
Пензар Дмитрий	7	шк. 237	Москва	МА ФИ ИС БИ АС
Перунов Иван	7	лиц. 1574	Москва	МА МИ БИ
Петри Наталья	7	гим. 1543	Москва	МА БИ ЛИ
Потапов Алексей	7	шк. 82	Черноголовка	МА МИ ФИ
Приходько Людмила	7	шк. 1190	Москва	МА ФИ ЛИ МН
Приходько Милана	7	шк. 1190	Москва	МА ФИ БИ ЛИ
Прокопенко Валерия	7	гим. –	Внуково	МА ФИ ИС БИ
Прохоренко Леонид	7	шк. 1199	Москва	БИ ЛИ АС
Разина Наталья	7	гим. 1514	Москва	МА ФИ ИС БИ
Рзаев Георгий	7	шк. 1203	Москва	МА ФИ БИ
Савельев Пётр	7	шк. 444	Москва	ФИ БИ МН
Семенов Вадим	7	шк. 1950	Москва	МА ФИ АС
Семенова Мария	7	гим. 1541	Москва	МА ФИ ИС БИ
Сметанин Михаил	7	шк. 152	Москва	МА ФИ ИС
Смирнова Наталья	7	лиц. Л2Ш	Москва	ФИ ИС МН
Соколова Надежда	7	гим. 1565	Москва	ФИ ИС АС
Старичкова Валерия	7	гим. 1543	Москва	МА БИ АС
Судакова Александра	7	гим. 9	Волгоград	МА ФИ ИС
Сурин Михаил	7	гим. 2	Железнодорожный	МА МИ ФИ АС
Тимофеев Александр	7	гим. 1554	Москва	МА ИС БИ АС
Филатова Юлия	7	лиц. 1553	Москва	МА ФИ МН
Финенко Артём	7	шк. ИНТ	Москва	ФИ ИС АС МН
Хачатурян Марина	7	ДО –	Москва	МА ФИ БИ АС МН
Ходжаев Тимур	7	шк. 444	Москва	МА ФИ ИС
Холкина Мария	7	гим. 1514	Москва	ФИ БИ МН
Цао Лев	7	гим. 1543	Москва	МА ФИ ИС
Чекалова Ксения	7	гим. 1565	Москва	МА ФИ АС МН
Чен Андрей	7	гим. 1543	Москва	ФИ БИ МН
Черных Георгий	7	ЦО 654	Москва	ФИ БИ АС МН
Шабанова Евгения	7	гим. 1514	Москва	МА ФИ МН
Шелковников Александр	7	гим. 1514	Москва	ФИ ИС БИ
Ягупов Иван	7	шк. 1912	Москва	МА ФИ ИС
Якименков Кирилл	7	шк. 176	Москва	МА ФИ МН
Яснов Андрей	7	лиц. –	Фрязино	МА ФИ ЛИ
8 класс				
Абишева Александра	8	шк. 25	Москва	МА МИ БИ АС
Азбиль Александр	8	лиц. 30	СПб	МА ИС БИ
Аникян Тамара	8	ЦО 218	Москва	ИС АС МН
Антонова Зинаида	8	гим. 1515	Москва	ЛИ ЛТ МН
Апраксин Кирилл	8	шк. 179	Москва	ИС БИ МН
Арифулов Филипп	8	шк. 375	Москва	ИС АС МН
Ахмедов Максим	8	шк. 25	Москва	МА МИ ФИ ЛИ
Бабенышев Андрей	8	ЦО 654	Москва	ФИ ИС БИ
Балков Артур	8	шк. 8	Жуковский	МА МИ ФИ
Белоус Ярослав	8	шк. 1332	Москва	ИС БИ МН
Булгакова Наталья	8	шк. 63	Москва	МА ФИ БИ
Власов Пётр	8	шк. Vita	Москва	ХИ БИ АС МН
Галицын Владислав	8	шк. 179	Москва	МА ФИ БИ ЛИ
Ганеев Азамат	8	гим. 1514	Москва	ИС БИ АС МН
Гебрук Анна	8	гим. 1514	Москва	БИ АС МН
Горшунова Елена	8	шк. 1000	Москва	ФИ ИС БИ ЛТ МН
Добровольская Анна	8	гим. 1514	Москва	МА МИ МН

Фамилия, Имя	Кл.	Школа №	Город	Грамоты
Долгих Александр	8	ЦО 218	Москва	МИ ФИ ИС
Дубар Эмель	8	шк. ИНТ	Москва	ФИ БИ АС
Евсеев Олег	8	лиц. Л2Ш	Москва	ФИ БИ АС
Жегин Константин	8	ЦО 654	Москва	МА ФИ БИ ЛИ
Закиров Артём	8	шк. 2007	Москва	МА МИ ФИ
Иванов Олег	8	шк. 1189	Москва	МА ФИ БИ
Игнатьева Елизавета	8	шк. ИНТ	Москва	МИ ХИ ИС
Карантирова Александра	8	шк. 1032	Москва	ХИ ИС МН
Каташкин Михаил	8	шк. 444	Москва	ФИ ИС БИ МН
Козлова Дарья	8	шк. 2007	Москва	МА МИ ФИ
Колтышева Дарья	8	шк. 179	Москва	МА ФИ МН
Копыток Витовт	8	лиц. –	Троицк	ФИ ХИ МН
Кореньков Александр	8	лиц. Л2Ш	Москва	МА ФИ ИС
Коробко Евгения	8	ЦО 218	Москва	ИС БИ МН
Косинов Никита	8	лиц. 20	Ульяновск	МА ФИ БИ
Красноперова Екатерина	8	гим. 610	СПб	ИС ЛИ МН
Лахтанов Иван	8	шк. 25	Москва	МА МИ ИС АС МН
Лебедев Николай	8	шк. 75	Черноголовка	ФИ БИ МН
Мазлов Владимир	8	ЦО 57Ш	Москва	МА МИ ИС БИ ЛИ АС
Максаев Артём	8	лиц. Л2Ш	Москва	МИ ИС МН
Малыш Константин	8	лиц. 30	СПб	МА ФИ МН
Мартынова Ольга	8	лиц. 30	СПб	ИС БИ МН
Мирский Алексей	8	шк. ИНТ	Москва	МА БИ МН
Нестеров Константин	8	шк. ИНТ	Москва	МИ ФИ МН
Овчинникова Татьяна	8	шк. 179	Москва	ФИ БИ МН
Огородников Сергей	8	шк. ИНТ	Москва	МИ ИС БИ МН
Осинский Александр	8	шк. 1189	Москва	МА ФИ БИ
Остроухова Наталья	8	шк. 1223	Москва	МА МИ ИС БИ МН
Понфиленко Анастасия	8	гим. 1514	Москва	МА МИ БИ
Попеску Андрей	8	гим. 1514	Москва	МИ БИ МН
Попов Егор	8	шк. 2038	Москва	МА ИС ЛИ
Приходько Иван	8	ЦО 1130	Москва	МА МИ ФИ ЛИ АС
Пушной Данила	8	шк. –	Старый Кривец	ИС БИ МН
Рассоха Анастасия	8	лиц. 1	Оренбург	МА БИ ЛИ
Реброва Юлия	8	гим. 1588	Москва	ХИ БИ МН
Ретюнский Тимур	8	шк. 463	Москва	ФИ ИС МН
Рухович Алексей	8	шк. ИНТ	Москва	МА ФИ АС
Рябцева Мария	8	гим. 79	Ульяновск	МА МИ ЛИ
Самсонова Александра	8	лиц. –	Истра	ФИ ИС МН
Сандрикова Мария	8	ЦО 218	Москва	МА МИ ФИ
Синяков Лев	8	шк. 315	Москва	МА ФИ ХИ
Солнцев Евгений	8	шк. 2007	Москва	МА МИ ФИ
Старостин Андрей	8	шк. 192	Москва	ХИ ИС АС МН
Суверов Кирилл	8	гим. 1514	Москва	МИ ФИ ХИ МН
Тимофеева Вероника	8	шк. ИНТ	Москва	ИС БИ ЛИ МН
Устинов Григорий	8	шк. 853	Москва	ФИ ИС МН
Уткин Никита	8	шк. ИНТ	Москва	ХИ ИС БИ АС МН
Ушакова Анна	8	шк. 1100	Москва	ИС БИ ЛИ
Фахрутдинов Руслан	8	шк. 1199	Москва	ИС БИ ЛИ
Фещенко Илья	8	шк. 1189	Москва	МА ФИ БИ
Чернулич Ксения	8	шк. 13	Королёв	ФИ БИ МН
Ческидов Вячеслав	8	шк. 1199	Москва	ИС БИ МН
Чудакова Елена	8	шк. ИНТ	Москва	ИС БИ МН
Щетинина Полина	8	шк. 1189	Москва	МА БИ МН

Фамилия, Имя	Кл.	Школа №	Город	Грамоты
Эйвазов Никита	8	шк. 12	Электросталь	ИС БИ АС
9 класс				
Белов Александр	9	лиц. 33	Иваново	МА МИ ФИ
Боев Андрей	9	гим. 1588	Москва	ИС БИ АС
Бурова Ольга	9	лиц. Л2Ш	Москва	МА МИ БИ МН
Бурцева Нелли	9	лиц. 1553	Москва	ХИ ИС ЛИ МН
Васильева Дарья	9	гим. 610	СПб	МА ХИ ЛИ
Гаража Александра	9	шк. ИНТ	Москва	МИ ЛИ МН
Гилевич Вячеслав	9	лиц. 1533	Москва	ЛИ АС МН
Гурьянов Алексей	9	лиц. Л2Ш	Москва	МА ФИ МН
Денисова Юлия	9	лиц. Л2Ш	Москва	МА ФИ ЛИ
Егоров Дмитрий	9	гим. 44	Ульяновск	МА ИС МН
Жуков Георгий	9	гим. 1543	Москва	МА ХИ ЛИ
Зубанов Андрей	9	лиц. 33	Иваново	МА ФИ ИС
Зубарева Мария	9	шк. 6	Куровское	МА БИ МН
Иванов Кирилл	9	лиц. 30	СПб	ИС БИ МН
Кондратьев Михаил	9	шк. ИНТ	Москва	ИС БИ АС
Кузнецов Владимир	9	гим. 1567	Москва	МА ФИ БИ АС
Курашенко Александр	9	лиц. 1524	Москва	ИС БИ АС
Курносиков Антон	9	шк. 1199	Москва	ИС БИ АС
Лукина Алёна	9	шк. 1199	Москва	МА ИС БИ
Макаров Даниил	9	ЦО 57Ш	Москва	МА ФИ БИ ЛИ АС
Митева Анна	9	шк. ИНТ	Москва	БИ ЛИ МН
Михеев Никита	9	шк. 1060	Москва	МА ФИ БИ
Морозов Кирилл	9	шк. ИНТ	Москва	МА ХИ БИ
Пилипчук Захар	9	лиц. 1568	Москва	МА ХИ АС
Полежаев Борис	9	шк. Vita	Москва	ХИ БИ АС
Пронина Анна	9	шк. 1199	Москва	ИС БИ МН
Решетников Иван	9	шк. 5	Долгопрудный	МА ФИ БИ
Рухович Данила	9	шк. ИНТ	Москва	МА ФИ ИС АС
Соловьев Григорий	9	гим. 1565	Москва	ФИ ХИ МН
Тельпуховский Иван	9	ЦО 57Ш	Москва	ХИ ИС АС
Шанурин Роман	9	шк. 1350	Москва	ХИ БИ МН
Шведова Алиса	9	шк. 1257	Москва	МА ЛИ МН
Шевченко Александр	9	шк. 14	Коломна	ХИ БИ АС
Шишков Виталий	9	ЦО 57Ш	Москва	ИС АС МН
Шкловер Александр	9	шк. 5	Долгопрудный	МА МИ ИС БИ
Яфракова Ольга	9	шк. ИНТ	Москва	ИС БИ АС МН
10 класс				
Абдуллаев Эльдар	10	шк. ИНТ	Москва	ФИ ХИ ИС БИ АС
Алергант Александр	10	гим. 1543	Москва	МА ИС ЛИ МН
Алымов Георгий	10	лиц. 1303	Москва	МА ФИ ХИ ЛИ
Андреева Анна	10	шк. ИНТ	Москва	ЛИ АС МН
Афанасьева Анастасия	10	шк. 827	Москва	ХИ ИС БИ
Банин Александр	10	шк. 192	Москва	ХИ ИС МН
Блинов Андрей	10	шк. ИНТ	Москва	МА ХИ ЛИ МН
Васильев Дмитрий	10	шк. 91	Москва	ХИ БИ АС
Визгина Полина	10	гим. 1567	Москва	МА ИС АС
Высоканов Борис	10	гим. 1514	Москва	ФИ БИ МН
Галеев Камиль	10	шк. ИНТ	Москва	МА ИС БИ
Егорова Марина	10	шк. ИНТ	Москва	ИС БИ ЛИ МН
Ефременко Даниэль	10	лиц. 33	Иваново	ФИ БИ МН
Жилин Александр	10	лиц. Л2Ш	Москва	МА МИ АС

Фамилия, Имя	Кл.	Школа №	Город	Грамоты
Жумагалиев Алмас	10	шк. 179	Москва	МА ФИ БИ ЛИ
Калашников Пётр	10	шк. 82	Черноголовка	МИ ИС ЛИ МН
Кострикина Александра	10	гим. 1543	Москва	МА БИ ЛИ
Ланина Наталья	10	шк. 192	Москва	МА ХИ БИ
Левин Александр	10	лиц. 1557	Москва	МА ХИ МН
Мартынова Мария	10	шк. 680	Москва	БИ ЛИ МН
Митяшов Андрей	10	шк. 3	Клинцы	ФИ ХИ БИ ЛИ
Никонов Константин	10	ЦО 57Ш	Москва	ИС БИ МН
Пастух Денис	10	ЦО 218	Москва	МА ХИ МН
Платонов Олег	10	гим. 1518	Москва	ИС АС МН
Полякова Дарья	10	гим. 45	Москва	ИС БИ АС МН
Родикова Анастасия	10	гим. ГСГ	Москва	БИ ЛИ МН
Соловьева Марина	10	гим. 1567	Москва	МА БИ МН
Царёв Иван	10	гим. 1543	Москва	ХИ ИС БИ
Чебанов Георгий	10	шк. 179	Москва	МА МИ ФИ
Чичиланов Иван	10	гим. 19	Королёв	ИС БИ АС
Шварёв Дмитрий	10	шк. 192	Москва	ФИ ИС БИ
Швец Елена	10	шк. 1199	Москва	ИС БИ МН
Ястребов Игорь	10	ЦО 57Ш	Москва	ХИ БИ ЛИ
11 класс				
Авилова Евгения	11	гим. 1514	Москва	ИС ЛИ ЛТ
Адуенко Александр	11	гим. 1	Брянск	МА МИ ХИ
Алешина Татьяна	11	шк. 91	Москва	МА ЛИ МН
Андреев Геннадий	11	шк. ИНТ	Москва	ИС АС ЛТ
Анискович Константин	11	лиц. 1	Брянск	ФИ ЛИ МН
Борлаков Руслан	11	лиц. 1	Брянск	МА ФИ АС
Варенцов Михаил	11	лиц. Л2Ш	Москва	ИС БИ МН
Васильева Мария	11	ЦО 1158	Москва	ИС ЛИ МН
Веревкин Яков	11	ЦО 1434	Москва	ИС БИ МН
Горбунов Даниил	11	шк. 171	Москва	ХИ БИ МН
Григорьева Елена	11	лиц. 3	Саров	МА ИС ЛИ
Дедков Евгений	11	лиц. 1	Брянск	МА ФИ МН
Денике Екатерина	11	СУНЦ МГУ	Москва	МА ФИ МН
Елишев Андрей	11	лиц. 1511	Москва	ХИ ИС АС
Жанайдаров Даулет	11	шк. ИНТ	Москва	ИС ЛИ МН
Зейферт Данил	11	СУНЦ МГУ	Москва	ФИ ХИ БИ
Зиннуров Тимур	11	лиц. 1	Брянск	ФИ ЛИ МН
Илларионов Алексей	11	ЦО 1474	Москва	ХИ БИ МН
Ильмаяров Александра	11	гим. 1514	Москва	МА ФИ БИ ЛИ
Кобылецкая Татьяна	11	гим. –	Троицк	БИ ЛИ МН
Кондратьева Кира	11	шк. ИНТ	Москва	ХИ БИ ЛИ
Кравченко Александр	11	ЦО 57Ш	Москва	ИС БИ МН
Кубрак Дмитрий	11	шк. 179	Москва	ФИ ИС АС МН
Кулакова Елена	11	шк. 1199	Москва	МА БИ ЛИ МН
Куцелап Кирилл	11	ЦО 287	Москва	МА ФИ АС
Лисютин Андрей	11	лиц. 1	Брянск	ФИ ЛИ МН
Лобачева Екатерина	11	гим. 2	Коломна	МА ФИ ЛИ
Лобойко Арсений	11	гим. 5	Троицк	МА ФИ БИ
Лычко Леонора	11	шк. 171	Москва	ФИ ХИ ЛИ
Мартынова Александра	11	гим. 1554	Москва	ИС БИ МН
Михайлова Стелла	11	шк. ИНТ	Москва	ИС БИ ЛТ
Мосунова Дарья	11	лиц. 15	Саров	МА ФИ БИ ЛИ
Огнева Дарья	11	лиц. 15	Саров	МА БИ ЛИ
Пархомчук Ангелина	11	лиц. 1303	Москва	МА ХИ ЛИ МН

Фамилия, Имя	Кл.	Школа №	Город	Грамоты
Печенко Иван	11	шк. 444	Москва	МА ФИ ИС
Полевая Татьяна	11	шк. 371	СПб	ИС БИ ЛИ АС
Сердюкова Анастасия	11	гим. –	Новозыбков	ХИ ИС БИ
Синицин Филипп	11	шк. 1189	Москва	ФИ ИС МН
Твердохлебов Андрей	11	гим. 1565	Москва	ИС БИ МН
Тиханков Алексей	11	ЦО 57Ш	Москва	МА ФИ ИС
Турбина Наталья	11	шк. ИНТ	Москва	МА МИ МН
Юрченко Вероника	11	шк. ИНТ	Москва	ИС БИ ЛТ
Яговцев Дмитрий	11	ЦО 57Ш	Москва	МА ФИ ИС
Янушевич Леонид	11	ЦО ЦОТО	Москва	МА ИС ЛИ АС

В таблице использованы следующие сокращения.

Типы учебных заведений:

гим. — гимназия,
ДО — домашнее обучение,
лиц. — лицей,
ЦО — центр образования,
шк. — школа.

Учебные заведения:

57Ш — центр образования № 57 «Пятьдесят седьмая школа»,
Vita — медико-биологическая школа «Vita»,
ГСГ — Государственная столичная гимназия,
Дмитров — гимназия «Дмитров» (г. Дмитров),
ИНТ — школа-интернат «Интеллектуал»,
Л2Ш — лицей «Вторая школа»,
МПЛ — Мурманский политехнический лицей,
СУНЦ МГУ — Специализированный учебно-научный центр МГУ,
Традиц. — Традиционная гимназия,
Филипп. — Филипповская школа,
ЦОТО — центр образования «Технологии обучения».

Населенные пункты (за исключением Москвы и областных центров; МО — Московской области):

Внуково — пос. Внуково Ленинского района МО,
Дмитров — г. Дмитров МО,
Долгопрудный — г. Долгопрудный МО,
Железнодорожный — г. Железнодорожный МО,
Жуковский — г. Жуковский МО,
Истра — г. Истра МО,
Клинцы — г. Клинцы Брянской области,
Коломна — г. Коломна МО,
Королёв — г. Королёв МО,
Куровское — г. Куровское Орехово-Зуевского района МО,
Новозыбков — г. Новозыбков Брянской области,
Островцы — дер. Островцы Раменского района МО,
Протвино — г. Протвино МО,
Пушкино — г. Пушкино МО,
Старый Кривец — с. Старый Кривец Новозыбковского района Брянской области,
Старый Оскол — г. Старый Оскол Белгородской области,
СПб — г. Санкт-Петербург,
Саров — г. Саров Нижегородской области,
Серпухов — г. Серпухов МО,
Троицк — г. Троицк МО,
Фрязино — г. Фрязино МО,
Черноголовка — г. Черноголовка МО,
Электросталь — г. Электросталь МО.

Ниже приводится таблица результатов участников по школам, классам и предметам. В таблице приведены все школы, учащиеся которых принимали участие в 31 Турнире им. М. В. Ломоносова 28.09.2008 в Москве и Московском регионе и получили там хотя бы одну грамоту или хотя бы один балл многоборья по какому-либо предмету. Для каждой школы указано количество учеников этой школы, получивших грамоты за успешное выступление на Турнире: по классам и общее количество. Школьники, получившие грамоты по нескольким предметам, при этом учтены один раз.

В правой колонке таблицы также приводится информация об успехах учеников школы по предметам: количество грамот + (количество баллов многоборья)/2 по каждому предмету. Школьные предметы обозначены первыми буквами: **М** — математика, **Ф** — физика, **Х** — химия, **Б** — биология, **И** — история, **Л** — литература. Для прочих конкурсов турнира использованы обозначения: **Аст** — астрономия и науки о Земле, **Лин** — лингвистика, **Миг** — математические игры. Предметы перечислены в порядке убывания количества успешных результатов по каждому предмету у учащихся данной школы, все числа округлены до целых (чтобы не загромождать таблицу).

Школы в таблице перечислены в порядке убывания количества награждённых школьников, затем (в случае равенства) — в порядке убывания количеств успешных выступлений по предметам + (количество баллов многоборья)/2, далее порядок перечисления случайный.

Название образовательного учреждения	Кол-во грамот по классам									Все го	Статистика результатов по предметам
	3	4	5	6	7	8	9	10	11		
школа-интернат «Интеллектуал»			18	20	20	24	25	23	15	145	Б 75; М 62; И 51; Аст 43; Ф 38; Х 26; Миг 23; Лин 21; Л 16
школа № 2007			24	22	21	29	9	14	22	141	М 101; Ф 48; Миг 28; Б 25; Аст 16; И 13; Лин 9; Л 4; Х 2
гимназия № 1514			12	9	28	18	10	22	26	125	М 65; Ф 49; Б 44; И 30; Аст 23; Лин 14; Л 14; Миг 11; Х 4
школа № 444			7	24	26	14	19	15	19	124	М 85; Б 56; Ф 29; И 21; Лин 13; Х 6; Аст 6; Миг 2; Л 1
школа № 853			19	23	17	14	11	7	10	101	М 67; Б 43; Ф 28; И 13; Аст 11; Х 9; Миг 3; Лин 2; Л 2
школа № 1189			3	16	20	23	14	2	19	97	М 58; Б 46; Ф 39; И 14; Миг 7; Х 6; Лин 5; Аст 5; Л 3
центр образования № 654			5	2	7	21	17	10	28	90	Ф 43; Б 35; М 25; И 25; Х 10; Аст 7; Лин 5; Л 3; Миг 1
школа № 179 Московского института открытого образования				4	22	20	12	15	17	90	М 49; Ф 35; Б 19; И 18; Лин 17; Миг 13; Аст 7; Л 5; Х 3
СУНЦ Московского государственного университета								30	51	81	М 48; Ф 33; Х 16; Б 11; Лин 8; И 6; Миг 5; Аст 2
лицей № 3 г. Троицк Московской обл.			2	5	26	19	5	9	6	72	М 50; Ф 25; И 13; Аст 12; Б 11; Х 9; Лин 5; Миг 3
Московская гимназия на Юго-Западе № 1543			2	4	25	4	9	16	5	65	М 41; Б 27; И 15; Ф 12; Лин 8; Х 6; Аст 6; Миг 4; Л 4
гимназия № 1567			1	3	6	10	18	11	16	65	Б 30; Ф 20; М 19; И 18; Аст 11; Лин 7; Л 5; Х 3; Миг 1
Лицей «Вторая школа»				3	11	15	13	19	4	65	М 43; Ф 22; Б 18; И 15; Миг 10; Аст 10; Лин 4; Х 2; Л 2

лицей № 1568					25	19	10	4	7	65	М 40; Ф 28; И 22; Аст 11; Х 4; Лин 4; Б 3; Миг 1
центр образования «Пятьдесят седьмая школа»					3	7	17	14	24	65	И 29; М 26; Лин 16; Б 14; Ф 13; Аст 9; Х 8; Л 8; Миг 3
школа № 192				2	1	11	6	12	21	53	Б 32; М 17; Х 15; Ф 12; И 7; Аст 5; Лин 4; Миг 2; Л 2
гимназия № 2 г. Раменское Московской обл.					10	21	9	4	5	49	Ф 22; Б 17; И 16; М 15; Аст 5; Х 2; Лин 2
Лига школ № 1199					12	11	13	6	5	47	Б 25; И 19; Лин 19; М 13; Аст 10; Л 9; Ф 5; Х 2; Миг 1
лицей № 1580						5	9	5	21	40	Ф 17; И 14; М 13; Б 9; Аст 8; Лин 3; Миг 1; Х 1
гимназия № 1534			1	23	3	5	1	3	1	37	М 26; Ф 11; И 10; Аст 6; Б 5; Лин 2
центр образования № 548 «Царицыно»				2		5	10	5	11	33	И 14; Б 13; Аст 7; Х 6; Ф 4; М 3; Лин 3; Л 3
центр образования № 218					5	9	3	5	11	33	М 17; Ф 10; И 9; Миг 5; Х 5; Б 5; Лин 5; Аст 3; Л 3
гимназия № 1538			9	6	5	7	2	1	1	31	Б 17; М 15; И 6; Ф 4; Аст 4; Миг 1; Лин 1
гимназия № 1518				3	9	6	6	4	3	31	М 17; И 8; Аст 8; Б 6; Ф 5; Лин 3; Х 2; Л 1
школа № 82 РАО (г. Черноголовка Моск. обл.)					9	9	7	3	2	30	Б 17; Ф 11; М 9; И 8; Аст 5; Миг 3; Лин 2; Л 1
гимназия № 1554				6	7	8	3	4	1	29	И 17; М 13; Ф 10; Аст 10; Б 5; Х 3; Л 2; Миг 1; Лин 1
лицей № 1564					7	6	5	3	7	28	Ф 13; М 10; Аст 9; Б 8; И 7; Х 3; Лин 3
школа № 520			1	4	6		1	14	1	27	Б 23; М 5; Аст 4; Ф 3; И 2; Х 1; Лин 1
лицей № 1557				2	6	6	2	4	7	27	М 22; Ф 16; Б 4; Лин 4; И 3; Аст 3; Х 2; Миг 1
лицей № 1547		1		1	2	1	6	5	9	25	Ф 12; И 9; М 7; Б 6; Х 2; Лин 2; Аст 2; Л 1
Гимназия «Дмитров» г. Дмитров Московской обл.			3	12	2	1	1	3	3	25	М 18; Б 10; И 6; Х 4; Аст 3; Ф 2; Л 1
лицей № 7 г. Электросталь Московской обл.			1	4	4	5	5	5		24	И 10; Х 8; М 6; Ф 5; Б 5; Аст 2
лицей «на Донской» № 1553					8	1	5	4	6	24	Б 8; М 7; Лин 7; Ф 6; И 5; Х 4; Аст 3; Миг 1; Л 1
лицей № 1533						3	8	9	4	24	Ф 12; Аст 8; М 7; И 7; Лин 7; Б 2; Миг 1
гимназия № 1544			5	2	6	8	1	1		23	М 12; Б 8; Ф 6; И 5; Аст 2; Л 2; Х 1; Лин 1
шк. № 1 г. Фрязино Моск. обл.				5	5	3	2	3	4	22	М 9; Б 9; Ф 6; И 5; Л 4; Х 2; Аст 1
школа № 152				2	12	4		3	1	22	Ф 15; М 12; И 10; Б 5; Х 1
гимназия № 7 г. Раменское Московской обл.				6	7		4	4	1	22	М 13; Б 8; И 6; Ф 4; Аст 2; Х 1; Лин 1
гимназия № 1506				4	9	1	3	3	1	21	М 11; И 5; Б 5; Л 5; Ф 4; Х 2; Лин 1; Аст 1
лицей № 1537					2	8	2	3	6	21	М 10; Ф 10; Б 5; Аст 4; И 2; Лин 2; Х 1
гимназия № 1516					7	7	3		4	21	Б 9; Ф 8; М 7; И 4; Х 2; Лин 1; Аст 1; Л 1
Физико-техническая школа г. Обнинск Калужской обл.						8	3	2	8	21	Б 9; Х 8; М 7; Миг 5; Ф 4; Аст 4; И 1; Лин 1

Гимназия г. Троицк Московской обл.			7	4	1	3	2	1	2	20	М 13; Б 7; И 4; Аст 4; Миг 1; Ф 1; Лин 1
школа № 618				10	4	4	2			20	М 11; Б 9; И 5; Ф 4; Аст 2; Х 1
школа № 12 г. Электросталь Московской обл.				2	11	4	2	1		20	М 12; Б 10; И 5; Ф 3; Х 1; Аст 1
школа № 1018				5	7	4			3	19	М 15; Аст 5; Ф 3; И 3; Лин 3; Б 2; Л 1
школа № 1353				7	4		3		4	18	М 8; Б 8; Ф 2; Лин 2; Х 1; И 1; Л 1
школа № 1201		2		4	8	3				17	Аст 9; И 6; Б 6; Ф 3; М 2; Х 1; Лин 1
центр образования № 1811 «Измайлово»					11	6				17	М 15; Б 8; Ф 3; И 3; Л 3
Лицей г. Фрязино Московской обл.					7	1	5	3	1	17	М 9; Б 6; Ф 5; Лин 4; Л 4; Х 3; И 2; Аст 1
школа № 463				1	2	5	1		7	16	М 12; Ф 7; Б 5; И 3; Лин 1; Аст 1
школа № 22 г. Электросталь Московской обл.					6		7	3		16	Б 13; М 11; И 3; Ф 1; Лин 1; Аст 1; Л 1
школа № 25						12	1	1	2	16	М 13; Миг 5; Ф 5; Б 4; Лин 4; И 2; Аст 2; Х 1
школа № 91 РАО (г. Москва)						2	2	2	10	16	М 9; Лин 6; Ф 4; Х 3; Б 3; И 1; Аст 1; Л 1
школа № 1299			1		6	3	1	3	1	15	И 11; Аст 6; М 5; Ф 2; Лин 2; Б 1; Л 1
гимназия № 21 г. Электросталь Московской области					4	5	2	4		15	М 11; Б 5; И 4; Ф 2; Х 2; Лин 2; Аст 1; Л 1
школа № 15 г. Электросталь Московской области			1	3	5	5				14	М 15; Б 8; Аст 3; И 2; Лин 1
Гимназия «Пущино» г. Пущино Московской обл.				1	5	2	5		1	14	Б 7; М 5; И 5; Ф 4; Лин 2
гимназия № 1583					3	8			3	14	Б 8; И 6; М 5; Ф 2; Х 1
лицей № 1501						3	3	2	6	14	Ф 7; М 5; Лин 3; Х 2; Б 2; Аст 1
школа № 6 г. Мытищи Московской обл.			1		2	5		5		13	М 4; Ф 4; Миг 2; И 2; Б 2; Аст 2; Лин 1
школа № 354					2	9	1		1	13	Ф 11; М 6; Б 4; Х 1; И 1
школа № 827						3	3	3	4	13	Б 9; И 3; М 2; Ф 2; Х 1; Лин 1; Аст 1; Л 1
гимназия № 1565			4	1	2	1	2	1	1	12	М 7; Ф 4; И 4; Аст 3; Х 2; Б 2; Л 1
школа № 1223			1	4		3	1	1	2	12	Б 9; М 5; И 2; Миг 1; Ф 1; Х 1; Лин 1; Аст 1
центр образования № 422					1	11				12	И 6; М 4; Ф 4; Х 2; Б 2
Внуковская сельская гимн. пос. Внуково Ленинского р-на МО					5	2	2		3	12	Б 8; И 5; Ф 4; М 2; Х 2
школа № 1981					2	7	3			12	Ф 10; Б 5; М 3; Аст 1
лицей № 1525 «Воробьёвы горы»						2	3	3	4	12	Ф 5; И 4; М 2; Лин 2; Х 1; Б 1; Л 1
лицей № 15 г. Саров Нижегородской обл.						5			7	12	М 9; Ф 7; Б 5; Лин 3; И 1
лицей № 1586						1	4	3	4	12	Х 7; Б 3; Аст 3; М 1; Ф 1; Л 1
лицей № 6 г. Дубна Московской обл.							5	3	4	12	И 5; М 4; Б 4; Ф 3; Х 3; Лин 2; Аст 2; Л 1
Московский химический лицей № 1303							7	1	4	12	Х 10; Ф 4; М 3; Лин 3; Миг 1; И 1; Б 1; Аст 1
школа № 54	1				2		4	3	1	11	М 6; Ф 4; Аст 2; Миг 1; И 1; Б 1
школа № 412				2	1	4	1	2	1	11	Б 8; М 7; Ф 1

центра образования № 1434				1		1	6		3	11	Аст 6; М 3; И 3; Ф 1; Б 1; Лин 1
школа № 176				1	10					11	М 8; Ф 6; И 4; Б 1
гимназия № 1505				2	8	1				11	М 6; И 4; Б 3; Л 2
Лицей НИП № 4 г. Королёв Московской обл.						2	2	6	1	11	Б 7; М 4; Ф 2; Аст 2; Миг 1; Лин 1
лицей № 1511									11	11	Ф 5; М 4; Б 4; Аст 3; И 2; Лин 2; Х 1
Гимназия г. Обнинск Калужской обл.								3	8	11	Б 6; И 3; Лин 2; Ф 1; Х 1; Аст 1
Сергиево-Посадская гимназия г. Сергиев-Посад Моск. обл.									11	11	И 8; Б 4; Х 2; Л 1
школа № 601			5	3	1	1				10	М 6; И 6; Б 4; Аст 3; Х 1
Филипповская школа (г. Москва)			3	3	2			1	1	10	М 5; Лин 3; Аст 3; Б 2; Ф 1; И 1
школа № 155			1		3	1	4		1	10	Б 6; И 5; М 3
центр образования № 1678				2	4	1	1	1	1	10	М 6; И 5; Б 4; Ф 1; Аст 1; Л 1
лицей № 2014						1	7	2		10	Б 5; Аст 5; И 4; М 1; Ф 1; Лин 1
школа № 75 г. Черноголовка Московской обл.						10				10	Б 5; М 4; Ф 4; Л 2; И 1; Аст 1
гимназия № 45				1	1	6		1	1	10	И 8; М 6; Б 4; Аст 3; Ф 2; Х 2; Лин 2
Гимназия «Логос» г. Дмитров Московской обл.					4	4	1		1	10	М 9; И 3; Б 2; Х 1; Л 1
Московская экономическая школа					3	5	1	1		10	Б 5; И 4; Аст 4; М 1; Ф 1

Для экономии места в таблицу включены только результаты школ, ученики которых получили 10 и более грамот — таких школ 91. Всего в Москве и Московском регионе 626 школ, из которых хотя бы один ученик получил грамоту, и ещё 126 школ, ученики которых отмечены баллами многоборья, но грамоты при этом не получили.

Такое сравнение результатов школ носит исключительно оценочный характер, его не следует рассматривать как результат научного статистического исследования (и тем более — как результат соревнования или «рейтинг» школ). Таким образом мы прежде всего хотим отметить и поблагодарить за успешную работу педагогические коллективы, и прежде всего — обычных школ, которые соседствуют в этой таблице с самыми известными и популярными учебными заведениями Москвы.

В 2008 году кроме Москвы и Московского региона (Дмитров, Внуково, Озёры, Пущино, Раменское, Ступино, Троицк, Фрязино, Электросталь) турнир был организован в городах Абакан, Алексеевка (Белгородская область), Апатиты (Мурманская область), Астрахань, Белгород, Брянск (и районы Брянской области), Большой Морец (село, Еланский район Волгоградской области), Владикавказ, Волгоград, Волгодонск, Губкин (Белгородская область), Железногорск (Курская область), Иваново, Курск, Мурманск, Нелидово (Тверская область), Оренбург, Переславль-Залесский (Ярославская область), Рязань, Самара, Санкт-Петербург, Севастополь, Старый Оскол (Белгородская область), Ульяновск, Уфа. Всего за пределами Московского региона в Турнире участвовало более 12,5 тысяч школьников.

Также была проведена интернет-версия турнира, в которой могли принять участие все желающие школьники, располагающие подключённым к сети Интернет компьютером. Таким образом в турнире приняли участие 462 школьника. Грамотами за успешное заочное участие награждено 268 школьников (их работы проверялись по тем же критериям, что и очные письменные работы). Интернет-версия турнира была организована с помощью системы администрирования турниров ejudge (http://www.ejudge.ru).

Открытая публикация полных результатов — ещё одна из традиций турнира. Именно на этом этапе выясняется и исправляется большое количество недоразумений и ошибок. Полная таблица результатов опубликована в интернете по адресу http://www.mccme.ru/olympiads/turlom/2008. Эта таблица содержит регистрационные номера участников, классы и полный набор оценок по каждому заданию каждого предмета[1].

Также опубликована компьютерная программа, по которой жюри подводит итоги турнира, и её исходный текст. Любой желающий может эту программу проверить и, обнаружив ошибку, сообщить об этом в жюри турнира.

Разумеется, какие-то погрешности всегда остаются, поэтому приведённые результаты нельзя считать абсолютно точными. Оргкомитет приносит извинения всем участникам, так или иначе ощутившим недостатки в нашей работе (неизбежные на любом массовом мероприятии).

В 2008 году в Москве (и окрестностях — Московском регионе) было организовано 31 место проведения Ломоносовского турнира. Это московские вузы (МГУ, МИРЭА, МАИ и СТАНКИН), московские школы, гимназии, лицеи №№ 236 444, 463, 520, 601, 654, 853, 905, 1018, 1299, 1538, 1544, 1564, 1567, 1568, 1580, 1678, 2007, московская школа-интернат «Интеллектуал», Филипповская школа (Москва), а также гимназия «Дмитров» города Дмитров Московской области, Внуковская сельская гимназия села Внуково Московской области, гимназия № 4 города Озёры Московской области, школа № 3 города Пущино Московской области, гимназия № 2 и гимназия № 7 города Раменское Московской области, школа № 2 города Ступино Московской области, лицей города Троицк Московской области, лицей города Фрязино Московской области, лицей № 7 и лицей № 12 города Электросталь Московской области.

Торжественное закрытие Турнира, вручение грамот и призов школьникам, принимавшим участие в турнире в Москве и Московском регионе, состоялось 28 декабря 2008 года в МИРЭА (Московский институте радиотехники, электроники и автоматики — государственный университет). По традиции участникам закрытия были прочитаны популярные лекции по материалам одного естественнонаучного и одного гуманитарного конкурсов турнира: по истории и по астрономии и наукам о Земле.

Оргкомитет благодарит всех, кто в этом году принял участие в организации турнира. По нашим оценкам это более 500 человек — сотрудников и руководите-

[1] По желанию участников (ответ на соответствующий вопрос в регистрационной анкете) в таблице также указывается фамилия, имя и школа.

лей принимающих организаций, школьных учителей, студентов, аспирантов, научных работников, и многих других — всех принимавших участие в составлении и обсуждении заданий, организации турнира на местах, дежурстве в аудиториях, проверке работ, организации торжественного закрытия, подготовке к печати настоящего сборника материалов турнира.

Кроме вышеупомянутых организаций, непосредственно проводивших турнир на своей территории в Москве и других городах, оргкомитет благодарит также следующие организации: Московская городская Дума, Департамент образования города Москвы, Российская Академия наук, Московский институт открытого образования, Оргкомитет международного математического Турнира городов, Московский центр непрерывного математического образования, Независимый московский университет, Российский государственный гуманитарный университет, Московский государственный технический университет, Компьютерный супермаркет НИКС, Компания «Яндекс», Социальное партнёрство развития Брянской области, оказавшие существенную помощь оргкомитету и непосредственно организаторам турнира на местах.

В интернете по адресу http://www.mccme.ru/olympiads/turlom опубликованы электронные материалы турниров этого года и предыдущих лет.

Все материалы Турнира распространяются без ограничений и могут свободно использоваться в образовательных целях.

Следующий турнир им. М. В. Ломоносова, напоминаем, планируется провести **в воскресенье 27 сентября 2009 года**. Приглашаем всех желающих школьников!

ОБЩАЯ СТАТИСТИКА ПО ВСЕМ УЧАСТНИКАМ ОЧНОГО ТУРНИРА

Всего по России в 2008 году на Ломоносовском турнире (очном) было зарегистрировано 25126 участников, проверено 69045 работ.

Распределение баллов многоборья («e») и грамот («v») по классам.

Класс	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	Всего
Общее												
Всего	0	1	7	57	658	1797	3508	4751	4900	4345	5099	25123
Побед	0	0	3	32	246	613	1353	1377	1054	1015	1324	7017
Многоборье												
Всего	0	1	7	54	631	1759	3471	4725	4871	4313	5053	24885
e	0	0	0	0	108	663	1346	1559	1283	1086	1279	7324
v	0	0	1	15	20	220	317	628	298	293	329	2121
Математика												
Всего	0	0	6	39	444	1329	2523	3019	2891	2322	2654	15227
e	0	0	0	0	0	629	1199	1029	194	277	458	3786
v	0	0	2	16	200	224	505	112	83	83	167	1392
Математические игры												
Всего	0	1	2	25	256	620	852	845	562	431	379	3973
e	0	0	1	1	10	29	53	56	35	42	34	261
v	0	0	0	1	6	15	34	44	9	14	13	136
Физика												
Всего	0	0	2	6	25	158	1050	1861	1731	1315	1384	7532
e	0	0	0	0	0	10	2	620	245	289	177	1343
v	0	0	0	4	8	57	390	237	63	83	108	950
Биология												
Всего	0	1	3	37	201	790	1682	2415	2277	1586	1665	10657
e	0	0	0	4	39	165	254	519	456	289	317	2043
v	0	0	1	10	30	147	249	395	409	307	303	1851
Лингвистика												
Всего	0	0	1	19	189	731	1469	1841	1996	1612	1898	9756
e	0	0	0	0	2	0	3	75	141	161	279	661
v	0	0	0	0	1	10	42	36	29	57	84	259
Литература												
Всего	0	1	1	10	244	676	1196	1321	1349	1125	1139	7062
e	0	0	0	0	17	79	118	149	142	169	192	866
v	0	0	0	0	0	0	9	11	11	32	36	99

Класс	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	Всего
Химия												
Всего	0	0	0	2	8	33	93	515	1278	860	691	3480
e	0	0	0	0	1	7	22	90	266	152	130	668
v	0	0	0	0	3	6	8	65	130	113	146	471
История												
Всего	0	1	2	14	164	524	989	1122	941	818	1078	5653
e	0	0	0	4	40	121	252	302	283	226	306	1534
v	0	0	1	0	27	113	268	233	217	226	403	1488
Астрономия и науки о Земле												
Всего	0	1	4	25	185	523	978	1179	1194	823	781	5693
e	0	0	0	9	44	114	112	135	176	126	119	835
v	0	0	1	9	39	31	58	41	42	27	30	278

Не получили грамот 18106 участников,
в т. ч. получил одну оценку «e» 5701 участник.
Грамоту по 1 предмету получили 5435 участников.
Грамоты по 2 предметам получили 1238 участников.
Грамоты по 3 предметам получили 260 участников.
Грамоты по 4 предметам получили 68 участников.
Грамоты по 5 предметам получили 14 участников.
Грамоты по 6 предметам получили 2 участника.
Грамоты по 7–9 предметам получили 0 участников.

Статистика «e» и «v» в 11 классе по предметам из перечня.

v\e	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	2928	921	163	22	5	1	0	0	0	0
1	599	240	47	12	4	0	0	0	0	0
2	97	27	10	1	1	0	0	0	0	0
3	12	2	3	0	0	0	0	0	0	0
4	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Статистика по выданным дипломам по предметам из перечня в 11 классе.

Дипломы 1 степени получили 37 11-классников.
Дипломы 2 степени получили 189 11-классников.
Дипломы 3 степени получили 262 11-классника.
Диплом не получили 4611 11-классников.

Решаемость задач по математике (решёнными считаются задачи своего или старшего класса с оценками «+!», «+», «+.», «+−»; 2 оценки «+/2» учитывались как 1 решённая задача).

Класс	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
0 задач	0	0	4	23	245	477	820	1890	2655	2019	2028
1 задач	0	0	1	13	155	633	1206	1035	168	230	459
2 задач	0	0	1	3	42	213	456	75	52	64	124
3 задач	0	0	0	0	1	4	33	19	15	8	37
4 задач	0	0	0	0	1	2	8	0	1	1	6
5 задач	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
6 задач	0	0	0	0	0	0	0	0			
7 задач	0	0	0	0	0	0	0				

Распределение оценок по задачам по математике. Оценки «+!», «+», «+.», «+−», «+/2» считались по своему и младшим классам; оценки «−+», «−.», «−», «0» считались только по своему классу.

Оценки	Номера задач						
	1	2	3	4	5	6	7
+!	4	1	0	0	0	0	0
+	1675	1779	158	522	320	91	6
+.	3	1	0	0	0	0	0
+−	724	398	105	500	73	18	5
+/2	2	0	7	299	14	2	1
−+	146	33	887	736	396	1046	8
−.	0	0	1	2	0	1	0
−	1351	3788	5113	5255	3314	2239	2248
0	129	952	3495	7428	3752	1586	2710
Всего	4034	6952	9766	14742	7869	4983	4978

Решаемость задач по физике (решёнными считаются задачи своего или старшего класса с оценками «+!», «+», «+.», «+−»; 2 оценки «+/2» учитывались как 1 решённая задача).

Класс	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
0 задач	0	0	2	2	17	101	658	1004	1413	924	1074
1 задач	0	0	0	3	8	51	330	616	251	303	193
2 задач	0	0	0	1	0	6	57	205	55	73	79
3 задач	0	0	0	0	0	0	5	31	8	14	26
4 задач	0	0	0	0	0	0	0	5	4	1	11
5 задач	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1

Класс	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
6 задач	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7 задач	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
8 задач	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
9 задач	0	0	0	0	0	0	0	0			
10 задач	0	0	0	0	0	0	0	0			

Распределение оценок по задачам по физике. Оценки «+!», «+», «+.», «+−», «+/2» считались по своему и младшим классам; оценки «−+», «−.», «−», «0» считались только по своему классу.

Оценки	Номера задач									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
+!	2	0	3	2	2	0	6	2	0	0
+	437	714	245	390	183	28	44	132	6	1
+.	118	87	65	38	12	15	4	12	1	0
+−	87	16	84	57	29	37	34	43	3	2
+/2	80	15	138	68	96	74	206	187	10	9
−+	107	47	647	297	103	152	571	201	97	22
−.	62	30	244	63	81	89	275	176	28	21
−	1161	1216	2002	2393	2139	1187	2083	1429	216	254
0	1024	946	2540	1605	3651	4709	1227	2265	2338	2390
Всего	3078	3071	5968	4913	6296	6291	4450	4447	2699	2699

Распределение баллов по задачам по биологии

Баллы	Номера задач							
	1	2	3	4	5	6	7	8
−	642	2573	3132	2195	1459	3977	4718	4941
0	627	1411	5874	5521	3370	1822	4448	4167
1	3292	2572	925	2196	2949	2275	959	1186
2	4184	2151	391	511	2136	1458	435	287
3	1305	1092	191	153	449	666	67	51
4	414	519	92	47	217	270	24	15
5	129	208	27	13	56	109	1	4
6	37	76	12	8	16	48	0	0
7	14	25	2	4	3	15	0	0
8	9	18	12	11	3	12	7	8
9	5	2	1	0	1	5	0	0
10	0	8	0	0	0	0	0	0
>10	1	4	0	0	0	2	0	0
Всего	10659	10659	10659	10659	10659	10659	10659	10659

Распределение суммы баллов по биологии по классам.

Сумма баллов	Класс											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	Всего
0	0	0	0	3	28	76	85	75	34	16	26	343
1	0	1	1	6	41	160	217	226	142	58	58	910
2	0	0	1	9	44	132	285	283	252	140	120	1266
3	0	0	0	5	19	110	213	323	277	180	125	1252
4	0	0	0	4	24	101	193	301	251	149	145	1168
5	0	0	0	2	15	64	186	293	258	167	153	1138
6	0	0	0	3	5	47	153	219	198	143	152	920
7	0	0	0	2	9	30	101	166	177	137	143	765
8	0	0	0	0	6	22	71	134	162	113	123	631
9	0	0	0	0	3	17	53	86	117	104	95	475
10	0	0	0	0	0	12	34	67	91	72	84	360
11	0	0	0	1	2	4	26	69	69	51	67	289
12	0	0	0	1	2	4	16	47	51	54	71	246
13	0	0	0	1	0	1	13	33	30	40	63	181
14	0	0	1	0	0	6	12	21	33	33	42	148
15	0	0	0	0	0	0	4	7	28	26	29	94
16	0	0	0	0	0	0	3	14	19	15	36	87
17	0	0	0	0	1	0	4	11	15	16	22	69
18	0	0	0	0	1	1	3	11	15	14	15	60
19	0	0	0	0	0	0	3	5	13	11	17	49
20	0	0	0	0	1	0	2	4	8	7	16	38
21	0	0	0	0	0	0	0	3	10	3	8	24
22	0	0	0	0	0	0	0	1	9	6	8	24
23	0	0	0	0	0	0	1	4	4	11	7	27
24	0	0	0	0	0	1	1	0	4	5	8	19
25	0	0	0	0	0	1	1	0	2	1	6	11
>25	0	0	0	0	0	1	2	12	8	14	26	63

Решаемость задач по лингвистике (решёнными считались задачи с соответствующим количеством баллов, два неполных решения учитывались как одна решённая задача).

Класс	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
0 задач	0	0	1	19	188	721	1424	1723	1805	1368	1509
1 задач	0	0	0	0	1	10	39	106	162	187	302
2 задач	0	0	0	0	0	0	6	11	28	43	74
3 задач	0	0	0	0	0	0	0	1	1	14	13

Распределение баллов по задачам по лингвистике.

№ зад.	Баллы																
	–	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	Всего
1	1156	2699	3429	1257	188	132	116	95	105	133	133	131	122	61	0	0	9757
2	1359	789	872	1208	1403	1109	939	690	384	271	151	114	83	75	99	211	9757
3	2014	817	961	1854	1843	1161	548	237	40	39	16	105	4	21	3	94	9757

Решаемость заданий по астрономии и наукам о Земле (решёнными считались задания, за которые поставлено не менее 5 баллов).

Класс	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
0 задач	0	1	4	23	179	510	953	1144	1138	767	731
1 задач	0	0	0	2	5	7	21	27	37	41	31
2 задач	0	0	0	0	0	3	3	4	14	11	9
3 задач	0	0	0	0	0	2	0	3	3	2	6
4 задач	0	0	0	0	0	0	0	1	2	2	2
5 задач	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
6 задач	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	1
7 задач	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1

Распределение суммы баллов по астрономии и наукам о Земле по классам.

Сумма баллов	Класс											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	Всего
0	0	1	1	0	32	63	109	103	88	43	40	480
1	0	0	1	5	32	89	166	200	214	141	103	951
2	0	0	1	2	38	105	138	167	180	101	104	836
3	0	0	0	6	31	62	138	162	155	85	103	742
4	0	0	0	3	13	59	114	117	96	79	87	568
5	0	0	1	3	12	50	85	110	105	81	68	515
6	0	0	0	3	9	29	59	73	83	53	45	354
7	0	0	0	1	2	24	54	72	58	57	44	312
8	0	0	0	1	5	13	33	45	44	35	41	217
9	0	0	0	1	3	7	18	32	41	27	28	157
10	0	0	0	0	2	7	16	29	27	24	19	124
11	0	0	0	0	0	1	13	26	21	15	21	97
12	0	0	0	0	1	6	8	13	16	16	17	77
13	0	0	0	0	0	2	9	8	12	18	12	61
14	0	0	0	0	1	0	3	2	13	13	7	39
15	0	0	0	0	1	1	4	5	6	12	6	35
16	0	0	0	0	0	1	2	2	7	4	4	20

Сумма баллов	Класс											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	Всего
17	0	0	0	0	1	0	1	4	4	3	8	21
18	0	0	0	0	0	1	3	1	6	0	10	21
19	0	0	0	0	0	0	2	1	7	6	3	19
20	0	0	0	0	0	0	1	0	1	1	2	5
21	0	0	0	0	1	0	1	1	0	4	1	8
22	0	0	0	0	0	0	0	2	3	2	2	9
23	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	3	4
24	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	2
25	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	2
>25	0	0	0	0	1	2	1	3	5	2	3	17

Распределение баллов по задачам по астрономии и наукам о Земле.

Баллы	Номера задач						
	1	2	3	4	5	6	7
–	1350	1683	2111	3452	4037	1974	3916
0	1299	352	1791	680	1133	1211	903
1	1378	1925	967	795	329	1164	638
2	942	1283	491	490	134	752	179
3	409	341	206	177	33	390	26
4	169	80	79	66	13	132	13
5	71	14	28	16	4	41	8
6	44	10	10	10	3	12	9
7	11	0	2	1	0	5	0
8	13	6	8	7	8	9	2
9	3	0	0	0	0	1	0
10	3	0	1	0	0	2	0
>10	2	0	0	0	0	1	0
Всего	5694	5694	5694	5694	5694	5694	5694

Распределение суммы баллов по химии по классам.

Сумма баллов	Класс											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	Всего
0	0	0	0	2	4	20	50	244	254	151	106	831
1	0	0	0	0	1	4	13	53	256	175	113	615
2	0	0	0	0	2	3	16	63	228	123	100	535
3	0	0	0	0	1	0	6	23	144	92	55	321
4	0	0	0	0	0	1	3	67	101	54	41	267
5	0	0	0	0	0	2	3	26	69	47	35	182

Сумма баллов	Класс											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	Всего
6	0	0	0	0	0	1	1	6	44	39	27	118
7	0	0	0	0	0	1	0	6	27	21	26	81
8	0	0	0	0	0	0	0	3	25	23	21	72
9	0	0	0	0	0	0	0	6	27	22	21	76
10	0	0	0	0	0	1	0	4	25	15	19	64
11	0	0	0	0	0	0	0	1	13	18	13	45
12	0	0	0	0	0	0	0	3	15	8	8	34
13	0	0	0	0	0	0	0	1	5	13	11	30
14	0	0	0	0	0	0	0	0	7	6	5	18
15	0	0	0	0	0	0	0	0	6	4	12	22
16	0	0	0	0	0	0	0	0	3	3	7	13
17	0	0	0	0	0	0	0	2	9	6	7	24
18	0	0	0	0	0	0	0	2	3	1	10	16
19	0	0	0	0	0	0	0	0	3	3	1	7
20	0	0	0	0	0	0	0	2	3	3	5	13
21	0	0	0	0	0	0	0	0	4	3	6	13
22	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	7	11
23	0	0	0	0	0	0	1	1	1	3	4	10
24	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	3	5
25	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2	4	7
>25	0	0	0	0	0	0	0	2	4	20	24	50

Распределение баллов по задачам по химии. Оценки «–» учтены только за задачи своего класса. Оценки «0» учтены только за задачи своего и младших классов. Остальные оценки учтены во всех случаях.

Баллы	Номера задач									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
–	222	268	1261	1053	2079	1543	1855	1178	1098	1266
0	217	164	239	771	421	337	173	233	258	152
1	920	184	162	585	79	71	46	53	45	39
2	629	270	106	129	25	62	30	27	94	14
3	148	3	200	97	32	55	31	10	24	6
4	91	92	99	102	34	100	20	49	31	2
5	42	0	26	24	36	27	35	6	0	2
6	5	0	45	67	2	63	0	22	14	7
7	2	0	1	0	27	10	0	11	1	14
8	6	0	0	0	0	11	0	9	52	33
9	0	0	0	0	0	6	0	16	0	16
10	0	0	0	0	0	6	0	1	0	16
11	0	0	0	0	0	3	0	1	0	0

Баллы	Номера задач									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
12	0	0	0	0	0	4	0	1	0	4
13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
14	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0
15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Всего	2282	981	2139	2828	2735	2301	2190	1617	1617	1571

Распределение суммы баллов по математическим играм по классам.

Сумма баллов	Класс											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	Всего
0	0	1	0	17	199	467	603	565	390	239	204	2685
1	0	0	0	0	11	29	51	56	30	42	43	262
2	0	0	1	2	8	19	33	31	22	23	22	161
3	0	0	0	1	2	4	11	21	17	16	17	89
4	0	0	0	1	4	26	23	24	25	22	11	136
5	0	0	0	2	5	9	20	27	15	16	17	111
6	0	0	0	0	10	19	16	18	14	11	11	99
7	0	0	0	0	1	3	8	3	5	6	7	33
8	0	0	0	0	1	7	7	6	6	3	2	32
9	0	0	0	0	0	4	11	7	8	6	3	39
10	0	0	0	0	0	2	9	8	4	9	4	36
11	0	0	0	0	0	4	4	3	4	4	4	23
12	0	0	0	1	0	3	2	13	1	6	3	29
13	0	0	0	0	2	0	3	1	1	0	5	12
14	0	0	1	0	6	5	9	9	5	5	8	48
15	0	0	0	0	0	0	6	2	1	3	1	13
16	0	0	0	0	1	4	2	3	3	3	1	17
17	0	0	0	0	0	0	0	4	2	3	3	12
18	0	0	0	0	0	0	3	1	1	1	1	7
19	0	0	0	1	1	1	1	4	2	1	2	13
20	0	0	0	0	3	7	10	10	2	3	3	38
21	0	0	0	0	0	1	1	2	0	1	0	5
22	0	0	0	0	0	1	3	1	1	0	0	6
23	0	0	0	0	0	0	0	4	1	0	0	5
24	0	0	0	0	1	1	4	2	0	1	1	10
25	0	0	0	0	0	0	1	4	1	2	1	9
>25	0	0	0	0	1	4	11	16	1	5	5	43

Распределение баллов по задачам по математическим играм.

№ зад.	Баллы																				
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	Всего
1	3260	135	135	24	43	111	16	8	10	65	18	3	8	5	84	1	4	2	3	4	36	3975
2	3584	40	10	83	102	19	14	33	8	7	9	6	34	2	3	2	13	0	1	0	5	3975
3	3407	184	94	14	66	32	116	1	0	2	0	5	13	0	1	1	2	1	3	1	32	3975

Распределение баллов по задачам по литературе.

№ зад.	Баллы													
	–	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	>10	Всего
1	0	1987	2109	1669	735	264	143	70	30	25	7	24	0	7063
2	0	4686	1030	648	301	196	83	53	25	18	9	14	0	7063
3	0	3879	916	748	615	393	301	125	49	28	7	2	0	7063
4	445	2360	1020	1444	951	614	221	1	1	3	0	3	0	7063

Распределение оценок по задачам по истории.

Баллы	Номера задач										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
–	952	1914	1549	1915	2011	1249	1080	1461	1221	1276	914
0	3851	3458	3964	3305	3343	4115	4487	3774	4294	3042	4496
e	692	221	124	397	225	214	58	243	86	1006	218
v	159	61	17	37	75	76	29	176	53	330	26
Всего	5654	5654	5654	5654	5654	5654	5654	5654	5654	5654	5654

Результаты выполнения заданий по текстам с ошибками по истории.

Задание	Количество найденных ошибок																			
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
10	3042	230	206	163	172	107	102	97	69	47	29	30	20	12	14	9	4	4	2	1
11	4496	71	61	34	21	19	14	5	5	3	3	4	2	1	0	1	0	0	0	0

Задание	Количество найденных ошибок																			
	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	>38
10	2	2	3	3	2	0	0	2	0	1	1	0	0	1	0	0	0	0	1	0
11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Статистика по регионам (регион определяется по месту учёбы).

№ п/п	Участн.	Грамот	Работ	Дипломы 11 кл.			Регион
				1 ст.	2 ст.	3 ст.	
1	8336	3336	28112	23	110	154	Москва
2	6186	1233	13506	6	39	45	Брянская обл.
3	2803	782	8765	3	19	26	Московская обл.
4	1448	185	3397	0	1	3	Мурманская обл.
5	1337	238	2304	0	1	4	Оренбургская обл.
6	1100	238	2826	0	5	9	Белгородская обл.
7	823	182	1652	0	0	6	Самарская обл.
8	547	170	1990	1	1	2	Ивановская обл.
9	503	111	1163	0	0	3	Курская обл.
10	441	98	1071	0	1	2	Астраханская обл.
11	239	128	834	1	3	0	Санкт-Петербург
12	207	34	414	0	0	0	Севастополь
13	203	55	676	0	0	1	Волгоградская обл.
14	181	39	286	0	0	1	Хакасия
15	163	14	355	0	1	1	Тверская обл.
16	129	32	333	0	2	1	Калужская обл.
17	111	21	297	0	0	0	Северная Осетия
18	90	34	333	0	0	0	Башкортостан
19	89	30	167	0	2	2	Рязанская обл.
20	77	16	278	0	1	0	Ростовская обл.
21	47	18	118	3	3	2	Нижегородская обл.
22	29	3	56	0	0	0	неизвестный регион
23	13	6	32	0	0	0	Ярославская обл.
24	8	8	38	0	0	0	Ульяновская обл.
25	6	1	19	0	0	0	Тульская обл.
26	3	1	7	0	0	0	Вологодская обл.
27	2	0	6	0	0	0	Владимирская обл.
28	2	2	2	0	0	0	Орловская обл.
29	1	0	5	0	0	0	Кировская обл.
30	1	1	2	0	0	0	Саратовская обл.
31	1	1	1	0	0	0	Смоленская обл.
	25126	7017	69045	37	189	262	Итого

О НАГРАЖДЕНИИ 11-КЛАССНИКОВ ДИПЛОМАМИ 1, 2 И 3 СТЕПЕНИ

В соответствии с Порядком проведения олимпиад школьников (утверждён приказом Минобрнауки России от 22 октября 2007 г. № 285[1]), приказом Минобрнауки России от 02 сентября 2008 г. № 254[2] «Об утверждении Перечня олимпиад школьников на 2008-2009 учебный год[3]» (позиция 39 Перечня), на основании предложений Рабочих групп Турнира по предметам о критериях награждения участников Оргкомитет турнира 03.02.2009 г. утвердил критерии награждения участников турнира, обучающихся в параллели 11 классов Дипломами 1 степени (победители), Дипломами 2 и 3 степени (призёры).

1. Дипломами XXXI Турнира им. М. В. Ломоносова 28 сентября 2008 года в соответствии с достигнутыми результатами награждаются участники, являющиеся на момент проведения турнира **11-классниками либо обучающиеся в параллели 11 классов** (на соответствующих 11 классу курсах средних специальных учебных заведений, в выпускных классах средних общеобразовательных учебных заведений по 12-летней программе, и т. п.). Учащиеся более младших классов (в том числе показавшие результаты, соответствующие дипломам 11-классников), дипломами не награждаются (в соответствии с Порядком проведения олимпиад школьников такие учащиеся не могут получить льготы при поступлении в вузы по окончании 2009/2010 учебного года и далее на основании результатов своего участия в XXXI Турнире им. Ломоносова, состоявшемся 28.09.2008 г.), достигнутые ими результаты отражаются только в Грамотах за успешное выступление на Турнире.

2. В соответствии с Перечнем олимпиад школьников на 2008-2009 учебный год, при награждении Дипломами участников Турнира, обучающихся на момент проведения XXXI Турнира им. М. В. Ломоносова в параллели 11 классов учитываются только результаты по указанным в позиции 39 Перечня дисциплинам: **математика**, **физика**, **химия**, **история**, **биология**, **лингвистика**, **астрономия и науки о Земле**. В соответствии с Порядком проведения олимпиад школьников и Перечнем результаты по литературе и математическим играм (дисциплинам, не входящим в соответствующую позицию Перечня) XXXI Турнира им. Ломоносова, состоявшегося 28.09.2008 г., не могут учитываться при предоставлении льгот при поступлении в вузы и не отражаются в Дипломах (эти результаты отражаются только в Грамотах за успешное выступление на Турнире).

3. Степень диплома определяется на основании количеств успешных выступлений по вышеназванным предметам (Грамота за успешное выступление, оценка «V») и количества «баллов многоборья» по вышеуказанным предметам (оценка «E», соответствующая хорошему, но более слабому результату, чем Грамота за

[1] http://www.edu.ru/db-mon/mo/Data/d_07/prm285-1.htm.
[2] http://www.edu.ru/db-mon/mo/Data/d_08/m254.html.
[3] http://www.edu.ru/db-mon/mo/Data/d_08/prm254-1n.zip.

успешное выступление; см. критерии оценок по соответствующим предметам) в соответствии со следующей таблицей:

Количество оценок «V»	Количество оценок «E»						
	0	1	2	3	4	5	более 5
0	дипл. не нагр. (2928)	дипл. не нагр. (921)	дипл. не нагр. (163)	дипл. 3 ст. (22)	дипл. 2 ст. (5)	дипл. 2 ст. (1)	дипл. 2 ст. (0)
1	дипл. не нагр. (599)	дипл. 3 ст. (240)	дипл. 2 ст. (47)	дипл. 2 ст. (12)	дипл. 1 ст. (4)	дипл. 1 ст. (0)	дипл. 1 ст. (0)
2	дипл. 2 ст. (97)	дипл. 2 ст. (27)	дипл. 1 ст. (10)	дипл. 1 ст. (1)	дипл. 1 ст. (1)	дипл. 1 ст. (0)	
3	дипл. 1 ст. (12)	дипл. 1 ст. (2)	дипл. 1 ст. (3)	дипл. 1 ст. (0)	дипл. 1 ст. (0)		
4	дипл. 1 ст. (4)	дипл. 1 ст. (0)	дипл. 1 ст. (0)	дипл. 1 ст. (0)			
более 4	дипл. 1 ст. (0)	дипл. 1 ст. (0)	дипл. 1 ст. (0)				

В скобках указано количество человек, соответствующих каждому указанному в таблице случаю.

Всего в соответствии с таблицей:

Дипломы 1 степени получили	37	11-классников.
Дипломы 2 степени получили	189	11-классников.
Дипломы 3 степени получили	262	11-классников.
ВСЕГО Дипломов	488	
Диплом не получили	4611	11-классников.
ИТОГО	5099	

4. При определении критериев награждения были приняты во внимания следующие обстоятельства:

4.1. традиционная система оценок Турнира им. Ломоносова (были приняты во внимания традиционные оценки «E» и «V» и только они; именно эти оценки были сообщены участникам ранее, именно по критериям этих оценок проводились апелляции);

4.2. официальный статус Турнира как олимпиады по **комплексу** предметов (определённый Перечнем олимпиад школьников на 2008/2009 учебный год) — для получения диплома было необходимо иметь хорошие результаты **не менее чем по двум предметам**; учтены **только предметы**, по которым в 2008/2009 учебном году Турнир имеет этот официальный статус.

Публикуем список победителей и призёров. Список отсортирован по результатам, затем по алфавиту. В графе «предметы» перечислены предметы по первым

буквам их названий (математика, физика, химия, история, биология, лингвистика, астрономия), оценке «V» по данному предмету соответствует большая буква, оценке «E» — маленькая.

№	Ф. И. О.	Предм.	Место учёбы
Диплом 1 степени			
1	Ильмаяров Александра Эдуардовна	МФБЛ	гим. № 1514 г. Москвы
2	Мосунова Дарья Александровна	МФБЛ	лиц. № 15 г. Саров Нижегородской обл.
3	Полевая Татьяна Андреевна	БЛАИ	шк. № 371 г. Санкт-Петербург
4	Янушевич Леонид Юрьевич	МЛАИ	ЦО «Технологии обучения»
5	Кубрак Дмитрий Вадимович	ФАИмл	шк. № 179 Московского института открытого образования
6	Кулакова Елена Петровна	МБЛфи	Лига школ № 1199 г. Москвы
7	Пархомчук Ангелина Анатольевна	МХЛфб	Московский химический лиц. № 1303
8	Григорьева Елена Алексеевна	МЛИф	лиц. № 3 г. Саров Нижегородской обл.
9	Куцелап Кирилл Александрович	МФАи	ЦО № 287 г. Москвы
10	Борлаков Руслан Магометович	МФА	лиц. № 1 г. Брянск
11	Елишев Андрей Михайлович	ХАИ	лиц. № 1511 г. Москвы
12	Зейферт Данил Дмитриевич	ФБХ	СУНЦ МГУ
13	Кондратьева Кира Евгеньевна	БХЛ	шк.-инт. «Интеллектуал» г. Москвы
14	Лобачева Екатерина Максимовна	МФЛ	гим. № 2 «Квантор» г. Коломна Московской обл.
15	Лобойко Арсений Александрович	МФБ	гим. № 5 г. Троицк Московской обл.
16	Лычко Леонора Алексеевна	ФХЛ	шк. № 171 г. Москвы
17	Огнева Дарья Сергеевна	МБЛ	лиц. № 15 г. Саров Нижегородской обл.
18	Печенко Иван Сергеевич	МФИ	шк. № 444 г. Москвы
19	Сердюкова Анастасия Андреевна	БХИ	гим. г. Новозыбков Брянской обл.
20	Тиханков Алексей Иванович	МФИ	ЦО «Пятьдесят седьмая школа» г. Москвы
21	Яговцев Дмитрий Олегович	МФИ	ЦО «Пятьдесят седьмая школа» г. Москвы
22	Горбунов Даниил Валерьевич	БХфлаи	шк. № 171 г. Москвы
23	Твердохлебов Андрей Александрович	БИмфа	гим. № 1565 г. Москвы
24	Анискович Константин Андреевич	ФЛма	лиц. № 1 г. Брянск
25	Варенцов Михаил Иванович	БИма	лиц. «Вторая школа» г. Москвы
26	Веревкин Яков Александрович	БИма	ЦО № 1434 г. Москвы
27	Денике Екатерина Игоревна	МФбл	СУНЦ МГУ
28	Зиннуров Тимур Марсельевич	ФЛми	лиц. № 1 г. Брянск
29	Илларионов Алексей Сергеевич	БХфи	ЦО № 1474 г. Москвы
30	Кобылецкая Татьяна Михайловна	БЛаи	гим. г. Троицк Московской обл.
31	Лисютин Андрей Александрович	ФЛми	лиц. № 1 г. Брянск
32	Мартынова Александра Владимировна	БИхл	гим. № 1554 г. Москвы
33	Синицин Филипп Геннадьевич	ФИма	шк. № 1189 г. Москвы
34	Ефимов Ярослав Игоревич	Фмлаи	лиц. № 1 г. Брянск
35	Заняткин Иван Андреевич	Хфбли	лиц. № 67 г. Иваново
36	Привалова Дарья Анатольевна	Бмфла	шк. № 1198 г. Москвы
37	Шестакова Мария Александровна	Имфбл	СУНЦ МГУ
Диплом 2 степени			
38	Авилова Евгения Алексеевна	ЛИм	гим. № 1514 г. Москвы
39	Алдунин Дмитрий Александрович	ФИм	Физико-математический лиц. г. Сергиев-Посад Московской обл.
40	Алешина Татьяна Александровна	МЛф	шк. № 91 Российской академии образования
41	Андреев Геннадий Петрович	АИх	шк.-инт. «Интеллектуал» г. Москвы
42	Аристархов Сергей Кириллович	БХа	шк.-инт. «Интеллектуал» г. Москвы
43	Баринов Андрей Владимирович	МИл	шк. № 51 г. Рязань
44	Барышников Станислав Игоревич	ФБм	шк. № 444 г. Москвы

№	Ф. И. О.	Предм.	Место учёбы
45	Буланкина Вера Валерьевна	МБл	СУНЦ МГУ
46	Васильева Мария Дмитриевна	ЛИб	ЦО № 1158 г. Москвы
47	Дедков Евгений Валерьевич	МФа	лиц. № 1 г. Брянск
48	Дробышевский Михаил Дмитриевич	МФл	шк. № 192 г. Москвы
49	Жанайдаров Даулет Ерденович	ЛИа	шк.-инт. «Интеллектуал» г. Москвы
50	Жукова Александра Сергеевна	БХа	шк. № 24 г. Волгодонск Ростовской обл.
51	Заплетин Андрей Максимович	МФл	шк. № 179 Московского института открытого образования
52	Ипатова Дарья Валентиновна	БХа	лиц. № 1 г. Брянск
53	Казарин Александр Анатольевич	МФи	лиц. № 15 г. Саров Нижегородской обл.
54	Ковалев Ярослав Андреевич	БИа	лиц. № 28 г. Белгород
55	Кондратенко Юлия Дмитриевна	БХл	шк.-инт. «Интеллектуал» г. Москвы
56	Кондратьева Александра Дмитриевна	БЛи	шк. № 327 г. Москвы
57	Коновалов Сергей Геннадьевич	БИл	гим. г. Обнинск Калужской обл.
58	Кравченко Александр Андреевич	БИл	ЦО «Пятьдесят седьмая школа» г. Москвы
59	Крапчатов Евгений Сергеевич	АИб	шк. № 1994 г. Москвы
60	Лобойко Анфиса Александровна	МБх	гим. № 5 г. Троицк Московской обл.
61	Первушин Никита Викторович	ФБа	шк. № 1937 г. Москвы
62	Скиба Кирилл Геннадьевич	ФБм	лиц. № 1564 г. Москвы
63	Скоморохов Антон Сергеевич	ФАм	шк. № 1189 г. Москвы
64	Федина Анастасия Васильевна	ХИб	лиц. № 1 г. Брянск
65	Абрамов Сергей Петрович	МФ	шк. № 1189 г. Москвы
66	Адуенко Александр Александрович	МХ	гим. № 1 г. Брянск
67	Азеркович Илья Леонидович	БЛ	лиц. на Донской № 1553 г. Москвы
68	Алиева Динара Эркиновна	МЛ	шк. № 444 г. Москвы
69	Аль-Шедиват Маруан Файсал	МФ	ЦО № 654 г. Москвы
70	Анисенко Андрей Николаевич	БХ	лиц. № 1 г. Брянск
71	Антонюк Илья Андреевич	ФЛ	шк. № 192 г. Москвы
72	Арзамасов Александр Алексеевич	БХ	шк. № 192 г. Москвы
73	Архипов Евгений Валерьевич	ЛИ	лиц. № 52 г. Рязань
74	Ахлынин Виктор Валерьевич	ФИ	лиц. № 1564 г. Москвы
75	Бабич Кристина Сергеевна	БХ	шк. № 1 п. Погар Брянской обл.
76	Базлева Екатерина Максимовна	МЛ	шк. № 444 г. Москвы
77	Бембена Анастасия Игоревна	БХ	шк. № 4 г. Алексеевка Белгородской обл.
78	Богданов Виктор Сергеевич	ХИ	шк. № 73 г. Оренбург
79	Борисов Алексей Викторович	МФ	шк. № 5 г. Долгопрудный Московской обл.
80	Будкина Анна Юрьевна	БЛ	лиц. № 1511 г. Москвы
81	Бурая Анастасия Сергеевна	БХ	гим. г. Новозыбков Брянской обл.
82	Валитов Айрат Радикович	БИ	ЦО № 548 «Царицыно» г. Москвы
83	Варсеева Ольга Николаевна	ЛИ	лиц. № 1 г. Брянск
84	Володин Илья Владимирович	БХ	лиц. № 1 г. Брянск
85	Гальцов Николай Сергеевич	ЛИ	ЦО № 654 г. Москвы
86	Герасимова Мария Сергеевна	МЛ	гим. № 1518 г. Москвы
87	Глыбин Антон Валерьевич	БХ	шк. № 1189 г. Москвы
88	Говоров Павел Юрьевич	ЛИ	лиц. № 1 г. Брянск
89	Гордиенко Анна Сергеевна	БХ	гим. г. Новозыбков Брянской обл.
90	Горячева Елена Олеговна	МЛ	лиц. № 15 г. Саров Нижегородской обл.
91	Грибанов Павел Сергеевич	БХ	гим. № 1 г. Клинцы Брянской обл.
92	Гусейнов Максим Ягубович	МФ	лиц. № 1 г. Брянск
93	Давлетшина Камилла Владимировна	МХ	ЦО № 654 г. Москвы
94	Демченко Елена Николаевна	БХ	лиц. № 1 г. Астрахань
95	Дивисенко Анна Сергеевна	БИ	Творишинская шк. с. Творишино Гордеевского р-на Брянской обл.
96	Долганин Александр Александрович	БЛ	шк. № 2 п. Дубровка Брянской обл.

№	Ф. И. О.	Предм.	Место учёбы
97	Дударенок Алёна Петровна	БХ	шк. № 2 г. Кубинка Одинцовского р-на Московской обл.
98	Дэани Мэри Хайдер	БИ	лиц. № 1525 «Воробьёвы горы» г. Москвы
99	Жебраков Ярослав Александрович	МФ	лиц. № 1501 г. Москвы
100	Зайцев Александр Алексеевич	МИ	шк. № 192 г. Москвы
101	Захаров Дмитрий Сергеевич	МФ	гим. № 1 г. Жуковский Московской обл.
102	Ильюхина Екатерина Николаевна	БХ	лиц. № 1 г. Брянск
103	Ищенко Роман Андреевич	МИ	СУНЦ МГУ
104	Карпунов Алексей Владимирович	БИ	шк. № 3 г. Стародуб Брянской обл.
105	Кашлюк Екатерина Александровна	МЛ	гим. № 1518 г. Москвы
106	Кинаш Яков Никитич	ФА	лиц. № 1580 г. Москвы
107	Киреев Евгений Алексеевич	БХ	шк. № 2 п. Локоть Брасовского р-на Брянской обл.
108	Китаина Яна Борисовна	МБ	лиц. № 7 г. Фрязино Московской обл.
109	Корепанова Наталья Владимировна	МФ	СУНЦ МГУ
110	Корнюшкин Илья Александрович	БХ	шк. № 2 г. Дятьково Брянской обл.
111	Кривецкая Анастасия Сергеевна	БИ	Новодарковичская шк. п. Новые Дарковичи Брянского р-на Брянской обл.
112	Курашова Юлия Сергеевна	БИ	Сагутьевская шк. деревни Сагутьево Трубчевского р-на Брянской обл.
113	Лакаева Анастасия Андреевна	БИ	Сергиево-Посадская гим. г. Сергиев-Посад Московской обл.
114	Леднев Егор Михайлович	БЛ	гим. № 1530 г. Москвы
115	Лосева Полина Михайловна	БЛ	шк.-инт. «Интеллектуал» г. Москвы
116	Лузик Тимофей Алексеевич	БХ	гим. № 7 г. Брянск
117	Маслова Анастасия Олеговна	БХ	СУНЦ МГУ
118	Маслова Валерия Николаевна	МФ	СУНЦ МГУ
119	Матросова Марина Сергеевна	БХ	п. Суземка Брянской обл.
120	Медведева Ангелина Сергеевна	БХ	гим. г. Новозыбков Брянской обл.
121	Михайлова Стелла Юрьевна	БИ	шк.-инт. «Интеллектуал» г. Москвы
122	Мкртчян Анна Ашотовна	МЛ	шк. № 179 Московского института открытого образования
123	Можарова Ольга Александровна	БХ	шк. № 3 г. Жуковка Брянской обл.
124	Морозов Антон Алексеевич	ЛИ	гим. № 1534 г. Москвы
125	Неклюдов Михаил Алексеевич	ФБ	шк. № 6 «Парус» г. Дзержинский Московской обл.
126	Нилова Ольга Константиновна	МЛ	шк. № 179 Московского института открытого образования
127	Овчинников Артём Борисович	БХ	Вадьковская шк. деревни Вадьковка Погарского р-на Брянской обл.
128	Осипенко Анастасия Александровна	БХ	гим. г. Новозыбков Брянской обл.
129	Панов Пётр Вадимович	МФ	шк. № 192 г. Москвы
130	Пашков Артур Александрович	БХ	шк. им. А. С. Попова п. Юдино Одинцовского р-на Московской обл.
131	Перелыгина Мария Валерьевна	БА	лиц. № 6 г. Дубна Московской обл.
132	Петров Игорь Альбертович	БИ	шк. № 479 г. Москвы
133	Петрова Елена Михайловна	БИ	ЦО № 1421 г. Москвы
134	Пинчук Виталий Денисович	БИ	Классическая гим. № 610 г. Санкт-Петербург
135	Пискунов Максим Сергеевич	МФ	СУНЦ МГУ
136	Попков Василий Андреевич	БХ	ЦО № 218 г. Москвы
137	Почкин Михаил Алексеевич	МЛ	шк. № 91 Российской академии образования
138	Ралдугин Евгений Ильич	ЛИ	шк. № 2 г. Люберцы Московской обл.
139	Рошка Захар Михайлович	БХ	лиц. № 1 г. Брянск

№	Ф. И. О.	Предм.	Место учёбы
140	Рябова Яна Игоревна	БХ	гим. № 3 г. Брянск
141	Сарычева Ася Сергеевна	БХ	Физико-техническая шк. г. Обнинск Калужской обл.
142	Сдобнякова Юлия Михайловна	БХ	шк. № 4 г. Нелидово Тверской обл.
143	Семин Алексей Валерьевич	МЛ	Классическая гим. № 610 г. Санкт-Петербург
144	Соколов Олег Владимирович	МЛ	шк. № 371 г. Санкт-Петербург
145	Солодовникова Анна Андреевна	ЛИ	лиц. № 1 г. Брянск
146	Сотник Оксана Юрьевна	БХ	Красненская шк. с. Красное Алексеевского р-на Белгородской обл.
147	Спила Елизавета Валентиновна	МБ	гим. № 1567 г. Москвы
148	Суханов Лев Александрович	МФ	ЦО «Пятьдесят седьмая школа» г. Москвы
149	Тарасов Валерий Валерьевич	МФ	шк. № 853 г. Москвы
150	Татаркина Анна Александровна	БЛ	ЦО № 1485 г. Москвы
151	Тимошенко Лев Георгиевич	МФ	шк. № 91 Российской академии образования
152	Ткачёва Татьяна Сергеевна	БХ	шк. № 3 г. Жуковка Брянской обл.
153	Федоров Илья Валерьевич	БХ	СУНЦ МГУ
154	Федорова Татьяна Николаевна	БИ	шк. № 192 г. Москвы
155	Фомкин Николай Леонидович	БХ	гим. г. Новозыбков Брянской обл.
156	Холохон Виктория Владимировна	БХ	гим. г. Новозыбков Брянской обл.
157	Черноглазов Иван Юрьевич	МЛ	лиц. № 1511 г. Москвы
158	Черткова Екатерина Романовна	МБ	шк.-инт. «Интеллектуал» г. Москвы
159	Чибисов Александр Александрович	БИ	лиц. № 1537 г. Москвы
160	Юрченко Вероника Александровна	БИ	шк.-инт. «Интеллектуал» г. Москвы
161	Ярославцев Иван Сергеевич	МФ	СУНЦ МГУ
162	Багрий Дмитрий Алексеевич	Ибла	шк. № 1286 г. Москвы
163	Вершинина Елизавета Дмитриевна	Бмфл	лиц. № 1533 г. Москвы
164	Ивашкин Павел Александрович	Блаи	лиц. г. Троицк Московской обл.
165	Маханова Надежда Анатольевна	Амбл	ЦО № 491 г. Москвы
166	Никонов Александр Михайлович	Лмфа	шк. № 2007 г. Москвы
167	Ольшанский Юрий Максимович	Хмфи	шк. № 315 г. Москвы
168	Пономарёва Ал-дра Констант.	Мфбл	шк. № 6 «Парус» г. Дзержинский Московской обл.
169	Рогачев Владимир Викторович	Бмфл	шк. № 354 г. Москвы
170	Смирнова Александра Евгеньевна	Лбаи	шк. № 887 г. Москвы
171	Суслова Софья Антоновна	Бмфл	шк. № 192 г. Москвы
172	Шуваев Сергей Алексеевич	Амфб	шк. № 1189 г. Москвы
173	Яремчук Ольга Геннадьевна	Бмфи	шк. № 2007 г. Москвы
174	Александров Артём Антонович	Имф	гим. № 1567 г. Москвы
175	Альфонсо Даниил Максимович	Фма	шк. № 183 г. Москвы
176	Антонова Анна Валентиновна	Имл	гим. № 1567 г. Москвы
177	Барашков Сергей Олегович	Имф	ЦО «Пятьдесят седьмая школа» г. Москвы
178	Беленова Екатерина Николаевна	Иба	ЦО № 166 г. Москвы
179	Белых Владимир Алексеевич	Бфа	лиц. № 1580 г. Москвы
180	Благов Данила Андреевич	Имл	ЦО «Пятьдесят седьмая школа» г. Москвы
181	Булданюк Алексей Дмитриевич	Бфа	шк. № 18 г. Сергиев-Посад Московской обл.
182	Бухаров Тимур Борисович	Има	Мурманский политехнический лиц.
183	Быков Арсений Александрович	Бха	лиц. № 1568 г. Москвы
184	Василенко Александра Евгеньевна	Бха	гим. № 3 г. Брянск
185	Воробьева Юлия Сергеевна	Ибх	шк. № 9 г. Иваново
186	Гайдуков Евгений Николаевич	Иха	ЦО № 1430 г. Москвы
187	Глазков Алексей Андреевич	Бфх	СУНЦ МГУ
188	Глезденев Михаил Андреевич	Бмф	шк. № 2007 г. Москвы
189	Горкушенко Михаил Константинович	Фмл	лиц. № 1557 г. Москвы

№	Ф. И. О.	Предм.	Место учёбы
190	Гусев Алексей Владимирович	Фмл	гим. № 1514 г. Москвы
191	Данилина Елена Андреевна	Имб	шк. № 4 г. Брянск
192	Додусов Владимир Викторович	Бхи	шк. № 2 г. Севск Брянской обл.
193	Дьяченко Игорь Иванович	Фма	лиц. № 1568 г. Москвы
194	Егорова Анна Михайловна	Бмл	лиц. № 1547 г. Москвы
195	Землянская Людмила Александровна	Бмх	гим. № 2 г. Раменское Московской обл.
196	Измайлов Артём Иванович	Ибх	шк. № 40 г. Старый Оскол Белгородской обл.
197	Карпова Мария Владимировна	Фмл	шк. № 91 Российской академии образования
198	Клепова Анна Александровна	Мфл	СУНЦ МГУ
199	Коноров Евгений Андреевич	Бли	шк. № 20 г. Орехово-Зуево Московской обл.
200	Корнева Евгения Олеговна	Лбх	шк. № 853 г. Москвы
201	Кузьмин Арсентий Александрович	Фмл	шк. № 179 Московского института открытого образования
202	Куцелап Егор Александрович	Има	ЦО № 287 г. Москвы
203	Никифоров Евгений Владимирович	Бха	гим. № 3 г. Брянск
204	Никишов Евгений Игоревич	Фмб	лиц. № 15 г. Саров Нижегородской обл.
205	Обыдённикова Алла Александровна	Бха	гим. г. Новозыбков Брянской обл.
206	Овчаренко Олег Олегович	Бфа	лиц. № 1511 г. Москвы
207	Осипенко Сергей Владимирович	Хфи	шк. № 91 Российской академии образования
208	Петров Алексей Николаевич	Фма	лиц. № 1537 г. Москвы
209	Пименов Дмитрий Андреевич	Мба	гим. № 1514 г. Москвы
210	Пипко Дмитрий Олегович	Фма	лиц. № 1568 г. Москвы
211	Ровбо Максим Александрович	Фмл	лиц. № 1568 г. Москвы
212	Саакян Екатерина Кареновна	Бми	гим. № 1514 г. Москвы
213	Семериков Илья Александрович	Фмб	шк. № 179 Московского института открытого образования
214	Солодкова Анастасия Александровна	Фмл	лиц. № 2 г. Протвино Московской обл.
215	Токман Владимир Анатольевич	Мха	шк. № 4 г. Брянск
216	Третяченко Дарья Сергеевна	Лби	лиц. № 6 г. Дубна Московской обл.
217	Турбина Наталья Алексеевна	Мфл	шк.-инт. «Интеллектуал» г. Москвы
218	Уланова Ксения Андреевна	Има	гим. № 1567 г. Москвы
219	Унучек Дмитрий Сергеевич	Афб	лиц. № 12 г. Химки Московской обл.
220	Хотылев Алексей Олегович	Бмх	лиц. на Донской № 1553 г. Москвы
221	Сотсков Сергей Павлович	мфбла	шк. № 1189 г. Москвы
222	Дворкович Антон Александрович	мфхл	шк. № 444 г. Москвы
223	Маслова Елена Владимировна	мбхл	шк. № 2 г. Шебекино Белгородской обл.
224	Поздняков Иван Сергеевич	мбли	Московский Культурологический лиц. № 1310
225	Симонов Александр Анатольевич	мфаи	шк. № 1 г. Протвино Московской обл.
226	Филатова Елена Сергеевна	мбли	ЦО № 654 г. Москвы
	Диплом 3 степени		
227	Абрукин Валерий Александрович	Им	ЦО № 548 «Царицыно» г. Москвы
228	Агибалова Алёна Вячеславовна	Мх	Сещинская шк. п. Сеща Дубровского р-на Брянской обл.
229	Аксёнов Сергей Юрьевич	Им	шк. № 5 г. Шебекино Белгородской обл.
230	Алиев Руслан Октаевич	Фм	шк. № 444 г. Москвы
231	Аникеева Анастасия Александровна	Лм	шк. № 192 г. Москвы
232	Анищенко Анна Александровна	Хб	гим. г. Новозыбков Брянской обл.
233	Анищенко Дмитрий Васильевич	Бм	Симонтовская шк. с. Симонтовка Мглинского р-на Брянской обл.
234	Антропова Екатерина Андреевна	Би	шк. № 1 г. Раменское Московской обл.
235	Аркадакский Никита Анатольевич	Им	шк. № 444 г. Москвы
236	Асланян Ирина Багратовна	Ил	гим. № 1567 г. Москвы

№	Ф. И. О.	Предм.	Место учёбы
237	Астапов Артём Сергеевич	Фм	СУНЦ МГУ
238	Баженов Евгений Дмитриевич	Фа	СУНЦ МГУ
239	Бажова Ирина Сергеевна	Би	гим. № 1514 г. Москвы
240	Баландина Екатерина Валерьевна	Хб	гим. № 1 г. Астрахань
241	Батуркин Дмитрий Андреевич	Иф	шк. № 26 г. Москвы
242	Белоновский Лев Александрович	Иа	гим. № 1514 г. Москвы
243	Белоусова Анастасия Васильевна	Иб	шк. № 6 г. Курск
244	Бирюков Александр Александрович	Ал	ЦО № 548 «Царицыно» г. Москвы
245	Бирюков Антон Сергеевич	Аф	шк. № 1 г. Фрязино Московской обл.
246	Благова Светлана Владиславовна	Им	шк. № 315 г. Москвы
247	Богомолов Роман Игоревич	Ба	ЦО № 166 г. Москвы
248	Большаков Дмитрий Александрович	Ил	шк. № 35 г. Иваново
249	Бражникова Оксана Геннадьевна	Мф	гим. г. Раменское Московской обл.
250	Братцева Анна Леонидовна	Хб	гим. № 45 г. Москвы
251	Бурбан Денис Сергеевич	Бл	лиц. авиационного профиля № 135 г. Самара
252	Буслеев Николай Игоревич	Фм	лиц. № 1580 г. Москвы
253	Быконя Евгения Николаевна	Хб	шк. № 9 г. Клинцы Брянской обл.
254	Василевицкая Ирина Валерьевна	Бх	гим. г. Новозыбков Брянской обл.
255	Василенко Ольга Александровна	Аб	шк. «Ювенес»
256	Вентер Евгения Олеговна	Иб	шк. № 3 г. Жуковка Брянской обл.
257	Виденин Тимофей Олегович	Фм	лиц. № 1 г. Брянск
258	Войтинская Кристина Владимировна	Им	шк. № 82 Российской академии образования
259	Волчанский Николай Алексеевич	Иб	лиц. № 1 г. Оренбург
260	Воронцов Александр Яковлевич	Хф	Московский химический лиц. № 1303
261	Галкин Вадим Александрович	Иф	шк. № 315 г. Москвы
262	Герасим Руслан Валентинович	Аф	шк. № 5 г. Шебекино Белгородской обл.
263	Гинз Василий Николаевич	Мл	шк. № 463 г. Москвы
264	Гладких Прохор Владимирович	Фм	шк. № 5 г. Долгопрудный Московской обл.
265	Глушакова Ксенья Васильевна	Хб	шк. № 2 п. Красная Гора Брянской обл.
266	Гнездилов Павел Владимирович	Им	шк. № 1189 г. Москвы
267	Гончарова Мария Алексеевна	Бф	гим. г. Обнинск Калужской обл.
268	Горбачёва Ксения Владимировна	Им	лиц. № 1 г. Брянск
269	Горбунов Василий Валерьевич	Фм	шк. № 315 г. Москвы
270	Григорьев Дмитрий Алексеевич	Фм	шк. № 463 г. Москвы
271	Григорьев Кирилл Сергеевич	Фм	гим. № 1514 г. Москвы
272	Гринева Анастасия Дмитриевна	Хб	лиц. № 38 г. Белгород
273	Гриценко Георгий Александрович	Мф	гим. № 1514 г. Москвы
274	Гулькин Дмитрий Николаевич	Иа	ЦО № 1434 г. Москвы
275	Гумерова Эльмира Анваровна	Бх	лиц. № 25 г. Белгород
276	Гускина Ольга Антоновна	Лм	шк. № 2007 г. Москвы
277	Дегтярёв Игорь Андреевич	Ми	шк. № 1415 г. Москвы
278	Дедушкина Наталья Дмитриевна	Ил	шк. № 3 п. Климово Брянской обл.
279	Дейген Ирина Михайловна	Иб	гим. № 1514 г. Москвы
280	Дикопалова Татьяна Сергеевна	Бм	шк. № 444 г. Москвы
281	Дикун Дмитрий Максимович	Фм	лиц. № 1 г. Брянск
282	Добродей Ирина Владимировна	Би	Вышковская шк. п. Вышков Злынковского р-на Брянской обл.
283	Дозорцева Евгения Вадимовна	Ил	ЦО «Пятьдесят седьмая школа» г. Москвы
284	Долгополова Алёна Александровна	Ли	шк. № 1353 г. Москвы
285	Дрындин Антон Владимирович	Хб	лиц. № 1574 г. Москвы
286	Дудак Валерия Игоревна	Бл	гим. № 3 г. Брянск
287	Духанина Надежда Сергеевна	Бл	шк. № 58 г. Брянск
288	Егорова Тамара Игоревна	Ил	гим. «Пущино» г. Пущино Московской обл.
289	Елющев Дмитрий Олегович	Бл	ЦО № 1678 г. Москвы

№	Ф. И. О.	Предм.	Место учёбы
290	Жилинский Иван Антонович	Мф	ЦО «Пятьдесят седьмая школа» г. Москвы
291	Жорова Евгения Михайловна	Би	Творишинская шк. с. Творишино Гордеевского р-на Брянской обл.
292	Журавлёв Александр Андреевич	Иа	шк. № 6 г. Троицк Московской обл.
293	Журавлева Екатерина Владимировна	Хл	шк. № 520 г. Москвы
294	Зайцев Алексей Дмитриевич	Бл	гим. № 1567 г. Москвы
295	Зарифьян Дмитрий Николаевич	Фм	шк. № 179 Московского института открытого образования
296	Захаров Святослав Николаевич	Бф	ЦО № 654 г. Москвы
297	Зеленов Георгий Ильич	Мф	ЦО № 218 г. Москвы
298	Зиганшина Маргарита Рамильевна	Ли	гим. № 1538 г. Москвы
299	Зотова Ольга Николаевна	Иб	шк. № 5 г. Фрязино Московской обл.
300	Зуева Екатерина Олеговна	Ил	лиц. № 1 г. Брянск
301	Зюлина Виктория Олеговна	Хб	Сергиево-Посадская гим. г. Сергиев-Посад Московской обл.
302	Иванов Иван Добринович	Хм	лиц. № 6 г. Дубна Московской обл.
303	Иванов Николай Игоревич	Мф	Лига школ № 1199 г. Москвы
304	Иванушкина Анна Владимировна	Бл	гим. № 6 г. Губкин Белгородской обл.
305	Ильин Павел Георгиевич	Иб	ЦО № 1421 г. Москвы
306	Исаев Александр Александрович	Иа	гим. № 3 г. Брянск
307	Калачев Василий Александрович	Мф	лиц. № 15 г. Саров Нижегородской обл.
308	Калиничев Дмитрий Дмитриевич	Хм	гим. № 1 г. Брянск
309	Калядина Юлия Владимировна	Мл	СУНЦ МГУ
310	Канатников Дмитрий Владимирович	Ам	лиц. № 1580 г. Москвы
311	Карпук Юлия Игоревна	Бх	шк. № 2 п. Погар Брянской обл.
312	Катаев Дмитрий Михайлович	Мф	гим. № 2 г. Раменское Московской обл.
313	Каюрин Евгений Андреевич	Им	Самарский международный аэрокосмический лиц.
314	Каюрин Сергей Андреевич	Им	Самарский международный аэрокосмический лиц.
315	Кирдяшев Константин Алексеевич	Им	ЦО «Бронная слобода»
316	Кириченко Владимир Владимирович	Фм	шк. № 444 г. Москвы
317	Кирьянов Игорь Ярославович	Им	гим. № 9 г. Железнодорожный Московской обл.
318	Клещевникова Кристина Юрьевна	Бл	гим. № 1 г. Почеп Брянской обл.
319	Климачков Дмитрий Александрович	Бм	шк. № 463 г. Москвы
320	Климовицкий Павел Михайлович	Ил	ЦО № 654 г. Москвы
321	Клушин Георгий Дмитриевич	Фм	СУНЦ МГУ
322	Ковалёва Анастасия Михайловна	Бм	гим. № 1514 г. Москвы
323	Коваль Юлия Александровна	Бм	лиц. № 1547 г. Москвы
324	Козлова Наталья Олеговна	Иа	шк. № 81 г. Москвы
325	Кокушкин Владислав Игоревич	Мл	Московская гим. на Юго-Западе № 1543
326	Конокотина Ирина Владиславовна	Би	лиц. № 1580 г. Москвы
327	Концевич Алексей Олегович	Фм	шк. № 2007 г. Москвы
328	Королев Андрей Константинович	Фм	ЦО № 218 г. Москвы
329	Корольков Захар Александрович	Бм	шк. № 1189 г. Москвы
330	Короткий Фёдор Михайлович	Фм	шк. № 1189 г. Москвы
331	Косолапова Анна Алексеевна	Ба	шк. № 1 г. Раменское Московской обл.
332	Кочешова Ангелина Алексеевна	Хб	шк. № 4 г. Нелидово Тверской обл.
333	Кравченко Александр Сергеевич	Би	шк. № 1 г. Злынка Брянской обл.
334	Крайнюченко Иван Серафимович	Хб	Красненская шк. с. Красное Алексеевского р-на Белгородской обл.
335	Крискович Сергей Михайлович	Им	шк. № 870 г. Москвы
336	Круглов Кирилл Сергеевич	Ба	шк. № 1256 г. Москвы

№	Ф. И. О.	Предм.	Место учёбы
337	Крылов Алексей Михайлович	Лм	СУНЦ МГУ
338	Крючков Никита Павлович	Фм	лиц. «Лучик»
339	Кузнецов Виктор Петрович	Бф	ЦО № 654 г. Москвы
340	Кузьмина Марина Юрьевна	Лм	лиц. № 52 г. Рязань
341	Курков Никита Владимирович	Аб	ЦО № 218 г. Москвы
342	Лебедева Валерия Алексеевна	Иб	шк. № 853 г. Москвы
343	Левина Алёна Сергеевна	Бх	Классический лиц. г. Самара
344	Левина Юлия Викторовна	Хб	шк. № 4 г. Дятьково Брянской обл.
345	Левченко Михаил Александрович	Мф	СУНЦ МГУ
346	Липатов Илья Александрович	Фм	шк. № 91 Российской академии образования
347	Лисовская Мария Павловна	Би	шк. № 11 г. Брянск
348	Лисовский Дмитрий Игоревич	Фм	лиц. № 1501 г. Москвы
349	Локтина Елена Юрьевна	Иа	гим. № 1516 г. Москвы
350	Лыткин Антон Павлович	Лм	СУНЦ МГУ
351	Маклюсов Станислав Юрьевич	Иб	Вадьковская шк. деревни Вадьковка Погарского р-на Брянской обл.
352	Маренова Ольга Николаевна	Мф	лиц. научно-инженерного профиля № 4 г. Королёв Московской обл.
353	Марус Ольга Михайловна	Бх	Творишинская шк. с. Творишино Гордеевского р-на Брянской обл.
354	Матсон Ольга Олеговна	Иб	шк. № 52 г. Брянск
355	Махрова Антонина Юрьевна	Бх	шк. № 10 г. Абакан
356	Медведева Софья Андреевна	Мх	ЦО «Пятьдесят седьмая школа» г. Москвы
357	Меркушов Лев Юрьевич	Хф	СУНЦ МГУ
358	Минаев Михаил Игоревич	Иа	лиц. № 1580 г. Москвы
359	Минина Полина Игоревна	Бл	ЦО № 1474 г. Москвы
360	Миронов Андрей Иванович	Мф	шк. № 463 г. Москвы
361	Михайлова Анастасия Петровна	Ил	шк. № 237 г. Москвы
362	Мыльников Михаил Александрович	Иб	шк. № 27 г. Самара
363	Мягков Александр Дмитриевич	Их	Внуковская сельская гим. п. Внуково Ленинского р-на Московской обл.
364	Народенко Василий Викторович	Иб	Разветьевская шк. с. Разветье Железногорского р-на Курской обл.
365	Науменко Дарья Константиновна	Ил	шк. № 1 г. Пущино Московской обл.
366	Немиро Владислав Викторович	Мл	СУНЦ МГУ
367	Нестеренко Валентин Михайлович	Бх	Красненская шк. с. Красное Алексеевского р-на Белгородской обл.
368	Никитков Никита Васильевич	Хб	шк. № 444 г. Москвы
369	Никишкина Ольга Игоревна	Лм	шк. № 1 г. Раменское Московской обл.
370	Никонорова Анастасия Викторовна	Хб	шк. № 73 г. Оренбург
371	Новикова Елизавета Ивановна	Иб	шк. № 887 г. Москвы
372	Ножкин Владимир Сергеевич	Мф	гим. № 7 г. Раменское Московской обл.
373	Окулов Глеб Валерьевич	Мл	лиц. № 5 г. Губкин Белгородской обл.
374	Орехов Алексей Андреевич	Иф	шк. № 1189 г. Москвы
375	Осипова Светлана Владимировна	Хб	шк. № 2 п. Погар Брянской обл.
376	Осташевский Павел Владимирович	Иа	лиц. № 1581 г. Москвы
377	Отлетов Арсений Андреевич	Их	шк. № 4 г. Иваново
378	Павленко Анастасия Валерьевна	Иб	Кокоревская шк. п. Кокоревка Суземского р-на Брянской обл.
379	Петренко Тарас Александрович	Мф	Самарский медико-технический лиц.
380	Петров Андрей Андреевич	Иб	Лингвистический лиц. № 1555 г. Москвы
381	Пичугин Владислав Дмитриевич	Мф	СУНЦ МГУ
382	Потапов Вячеслав Игоревич	Хб	шк. № 1253 г. Москвы
383	Пронских Артём Витальевич	Мф	СУНЦ МГУ

№	Ф. И. О.	Предм.	Место учёбы
384	Пустобаев Алексей Игоревич	Мф	лиц. г. Протвино Московской обл.
385	Пустовойтова Валерия Владимировна	Бх	гим. г. Новозыбков Брянской обл.
386	Пушкарёв Александр Сергеевич	Иб	шк. № 8 г. Брянск
387	Работин Александр Яковлевич	Иб	шк. № 2 г. Брянск
388	Радченко Елена Владимировна	Иб	Староюрковичская шк. с. Старые Юрковичи Климовского р-на Брянской обл.
389	Ракитько Александр Сергеевич	Мл	лиц. № 1537 г. Москвы
390	Ратникова Анастасия Владиславовна	Бм	ЦО № 654 г. Москвы
391	Рейн Ирина Владимировна	Им	гим. № 1583 г. Москвы
392	Рогозин Павел Денисович	Ба	шк. № 11 г. Кировск Мурманской обл.
393	Рухович Филипп Дмитриевич	Мл	ЦО «Пятьдесят седьмая школа» г. Москвы
394	Рыбчинский Александр Евгеньевич	Иб	Вадьковская шк. деревни Вадьковка Погарского р-на Брянской обл.
395	Рыжакова Екатерина Вадимовна	Лм	шк. № 91 Российской академии образования
396	Савицкий Дмитрий Евгеньевич	Фм	гим. № 1506 г. Москвы
397	Санникова Екатерина Павловна	Фм	СУНЦ МГУ
398	Сапич Владимир Николаевич	Иф	шк. № 1 г. Сураж Брянской обл.
399	Сапронова Александра Михайловна	Иб	шк. № 3 г. Алексеевка Белгородской обл.
400	Сартан Елизавета Александровна	Лб	гим. № 1516 г. Москвы
401	Сарычев Михаил Юрьевич	Ба	ЦО № 654 г. Москвы
402	Сашникова Мария Андреевна	Мл	шк. № 1189 г. Москвы
403	Севастьянова Екатерина Сергеевна	Их	гим. № 1 г. Астрахань
404	Серавкин Всеволод Максимович	Ма	гим. № 1576 г. Москвы
405	Сергеева Анна Владимировна	Хл	Московский химический лиц. № 1303
406	Сердитов Кирилл Михайлович	Иа	Мурманский политехнический лиц.
407	Серебрянникова Софья Дмитриевна	Бх	шк. № 1 г. Брянск
408	Серова Екатерина Владимировна	Лм	лиц. № 1523 г. Москвы
409	Сим Галина Ербулатовна	Ил	шк. № 4 г. Апрелевка Наро-Фоминского р-на Московской обл.
410	Ситникова Ирина Владимировна	Иб	лиц. № 1 г. Оренбург
411	Ситникова Мария Сергеевна	Мб	шк. № 2007 г. Москвы
412	Скобелин Иван Игоревич	Фм	СУНЦ МГУ
413	Скорописенко Кристина Олеговна	Иб	шк. № 2 г. Полярный Мурманской обл.
414	Слонская Ольга Александровна	Иб	Городищенская шк. п. Городище Погарского р-на Брянской обл.
415	Смирнова Дарья Михайловна	Мл	ЦО № 218 г. Москвы
416	Соловьев Алексей Дмитриевич	Фм	СУНЦ МГУ
417	Старченков Денис Васильевич	Иф	шк. № 67 г. Брянск
418	Степеннов Антон Дмитриевич	Фм	ЦО «Пятьдесят седьмая школа» г. Москвы
419	Столярова Валентина Андреевна	Хл	гим. № 2 «Квантор» г. Коломна Московской обл.
420	Ступников Алексей Александрович	Бл	гим. № 1567 г. Москвы
421	Судаков Роман Владимирович	Бх	шк. № 2 п. Дубровка Брянской обл.
422	Сычкова Анастасия Викторовна	Аб	шк. № 853 г. Москвы
423	Та Ву Конг	Мл	лиц. № 1537 г. Москвы
424	Тевосян Вачик Эдвардович	Ил	шк. № 1173 г. Москвы
425	Тетенков Сергей Васильевич	Иб	шк. № 152 г. Москвы
426	Тимошенко Семён Михайлович	Ла	гим. № 5 г. Оренбург
427	Толманов Пётр Андреевич	Ми	ЦО «Пятьдесят седьмая школа» г. Москвы
428	Трифонов Дмитрий Александрович	Бл	лиц. № 1 г. Брянск
429	Троицкая Анастасия Владимировна	Бф	шк. № 1 г. Фрязино Московской обл.
430	Трусов Герман Валентинович	Бх	лиц. № 1586 г. Москвы
431	Тулубенский Евгений Викторович	Бх	Сещинская шк. п. Сеща Дубровского р-на Брянской обл.

№	Ф. И. О.	Предм.	Место учёбы
432	Тумин Глеб Олегович	Лм	ЦО № 1434 г. Москвы
433	Турбаевская Валерия Владимировна	Хб	шк. № 9 г. Брянск
434	Туряница Денис Олегович	Их	ЦО № 641 г. Москвы
435	Уткин Владислав Викторович	Фм	СУНЦ МГУ
436	Уткин Павел Алексеевич	Их	шк. № 1 г. Дмитров Московской обл.
437	Фальковский Руслан Равильевич	Иф	лиц. № 1580 г. Москвы
438	Федорцова Ульяна Алексеевна	Бл	п. Суземка Брянской обл.
439	Филинов Александр Владимирович	Ми	лиц. № 1523 г. Москвы
440	Хлынина Юлия Олеговна	Ба	ЦО № 654 г. Москвы
441	Хмелев Евгений Иванович	Их	гим. № 9 г. Волгоград
442	Ходжаева Софья Рубеновна	Фм	лиц. № 1580 г. Москвы
443	Хорошкин Матвей Сергеевич	Мф	ЦО «Пятьдесят седьмая школа» г. Москвы
444	Цилюрик Юлия Михайловна	Би	ЦО № 345 г. Москвы
445	Чебышева Мария Николаевна	Ил	шк. № 155 г. Москвы
446	Чекунов Алексей Юрьевич	Мф	лиц. № 3 г. Саров Нижегородской обл.
447	Чередникова Юлия Олеговна	Хб	ЦО № 654 г. Москвы
448	Чернов Иван Сергеевич	Бм	лиц. № 1580 г. Москвы
449	Чернышенко Денис Александрович	Иа	ЦО № 548 «Царицыно» г. Москвы
450	Чесалин Михаил Павлович	Мл	лиц. № 52 г. Рязань
451	Чичиева Ольга Александровна	Бх	лиц. № 27 г. Брянск
452	Чувилин Клим Дмитриевич	Иб	шк.-инт. «Интеллектуал» г. Москвы
453	Шадрина Ксения Владимировна	Бм	ЦО № 654 г. Москвы
454	Шалиманова Елена Витальевна	Хб	гим. № 10 г. Железногорск Курской обл.
455	Шахов Мартин Константинович	Ил	шк. № 1306 г. Москвы
456	Швед Евгения Андреевна	Им	лиц. № 1 г. Брянск
457	Шерстнева Александра Сергеевна	Бх	ЦО № 654 г. Москвы
458	Ширгазина Ирина Рафаэлевна	Мф	СУНЦ МГУ
459	Шкитин Александр Владимирович	Иф	СУНЦ МГУ
460	Школяренко Роман Олегович	Иб	шк. № 30 г. Брянск
461	Шуб Таисия Марковна	Лб	лиц. № 1501 г. Москвы
462	Шубин Николай Михайлович	Фм	шк. № 1353 г. Москвы
463	Шутов Иван Александрович	Иа	лиц. № 1547 г. Москвы
464	Якимец Кузьма Кириллович	Мф	шк. № 192 г. Москвы
465	Япрынцев Алексей Дмитриевич	Хм	шк. № 179 Московского института открытого образования
466	Яшин Андрей Андреевич	Аф	шк. № 2007 г. Москвы
467	Алхименков Юрий Александрович	баи	шк. № 1040 г. Москвы
468	Барсов Владислав Георгиевич	мфб	лиц. № 1511 г. Москвы
469	Бухинник Светлана Сергеевна	бли	гим. № 625 г. Москвы
470	Грачев Роман Александрович	мфа	шк. № 1414 г. Москвы
471	Дербышев Арсений Вячеславович	мба	ЦО № 654 г. Москвы
472	Ельников Антон Григорьевич	маи	ЦО № 654 г. Москвы
473	Козлюк Дмитрий Александрович	мфа	лиц. № 1502 г. Москвы
474	Котов Юрий Вячеславович	мфл	шк. № 2007 г. Москвы
475	Кудин Степан Сергеевич	мба	шк. № 2007 г. Москвы
476	Макарова Вероника Александровна	мби	гим. № 9 г. Королёв Московской обл.
477	Москалюк Дмитрий Игоревич	мфа	лиц. г. Железнодорожный Московской обл.
478	Олейникова Инна Олеговна	мбл	шк. № 2007 г. Москвы
479	Парненкова Любовь Андреевна	мли	лиц. № 1533 г. Москвы
480	Платицына Ирина Владимировна	фби	ЦО № 1861 «Загорье» г. Москвы
481	Потемка Андрей Константинович	бла	гим. № 17 г. Электросталь Московской обл.
482	Пузырьков Дмитрий Валерьевич	фба	лиц. № 1557 г. Москвы
483	Руднева Мария Владимировна	мфл	шк. № 192 г. Москвы
484	Сагадинова Елизавета Сергеевна	мфл	лиц. № 1547 г. Москвы

№	Ф. И. О.	Предм.	Место учёбы
485	Садкова Мария Сергеевна	мфл	ЦО «Пятьдесят седьмая школа» г. Москвы
486	Соколова Валентина Дмитриевна	мфл	лиц. № 1557 г. Москвы
487	Титеева Мария Александровна	бли	шк. № 183 г. Москвы
488	Чехоева Анастасия Маировна	мхл	ЦО № 218 г. Москвы

Дипломы в бумажном виде не вручаются. Данные о победителях и призёрах заносятся в специальную **базу данных** (http://rsr-olymp.ru) в порядке, установленном Российским советом олимпиад школьников.

Свидетельство о внесении записи в федеральный банк победителей и призёров олимпиад школьников, входящих в Перечень олимпиад школьников на 2008/2009 учебный год, можно скачать с Портала Российского совета олимпиад школьников по адресу http://rsr-olymp.ru/olympiad/results/181.

Порядок предоставления льгот для победителей и призёров при поступлении в образовательные учреждения (в том числе вузы) определяется законодательством Российской Федерации, в частности Порядком проведения олимпиад школьников (см. пункт 19), Законом Российской Федерации «Об образовании»[1](см. пункт 3 статьи 16), Приложениями 1–29 к Перечню олимпиад школьников на 2008/2009 учебный год. Оргкомитет Турнира им. М. В. Ломоносова не располагает никакой дополнительной информацией по этому вопросу дополнительно к изложенному в вышеназванных официальных документах.

[1] http://mon.gov.ru/dok/fz/obr/3986/.

КОНКУРС ПО МАТЕМАТИКЕ

Задания

В скобках указано, каким классам рекомендуется задача (причём не обязательно решать абсолютно все задачи своего класса); решать задачи более старших классов также разрешается.

1. (6–7) Танины часы отстают за каждый час на 5 минут. В полдень к Тане придут гости. Сейчас 6 часов утра. На какое время ей надо поставить стрелки часов, чтобы в полдень часы показывали правильное время?

2. (6–8) Петя разрезал фигуру на две равные части, как показано на рисунке. Придумайте, как разрезать эту фигуру на две равные части другим способом.

3. (6–9) Мальвина дала Буратино задание: «Сосчитай кляксы в своей тетрадке, прибавь к их числу 7, раздели на 8, умножь на 6 и отними 9. Если сделаешь всё правильно, получишь простое число». Буратино всё перепутал. Кляксы он подсчитал точно, но потом умножил их количество на 7, вычел из результата 8, затем разделил на 6 и прибавил 9. Какой ответ получился у Буратино?

4. (6–11) В магазине продают DVD-диски — по одному и упаковками двух видов (упаковки разных видов различаются по количеству и стоимости). Вася подсчитал, сколько требуется денег, чтобы купить N дисков (если выгоднее всего купить больше дисков, чем нужно, — Вася так и делает):

N	1	2	3	4	5	6–10	11	12	13	14	15	16–20	21	22	23–25	26	27	28
Руб.	20	40	60	80	100	111	131	151	171	191	211	222	242	262	265	285	305	325

Сколько дисков было в упаковках и по какой цене упаковки продавались? Какое количество денег необходимо Васе, чтобы купить не менее 29 дисков?

5. (9–11) Существуют ли такие три числа, что если их поставить в одном порядке в качестве коэффициентов квадратного трёхчлена, то он имеет два положительных корня, а если в другом — два отрицательных?

6. (10–11) Египтяне вычисляли площадь выпуклого четырёхугольника по формуле $(a+c)(b+d)/4$, где a, b, c, d — длины сторон в порядке обхода. Найдите все четырёхугольники, для которых эта формула верна.

7. (10–11) Нарисуйте многоугольник и точку на его границе так, что любая прямая, проходящая через эту точку, делит площадь этого многоугольника пополам.

Решения к заданиям конкурса по математике

1. Полдень наступит через 6 часов. За это время Танины неисправные часы отстанут на 5 минут $\cdot\, 6 = 30$ минут. Чтобы в полдень показания часов оказались

верными, сейчас (в 6 часов утра) нужно добавить лишние полчаса, то есть поставить часы на 6 часов 30 минут.

Ответ. Часы надо поставить на 6 часов 30 минут.

2. Приведём ещё два возможных варианта разреза, кроме приведённого в условии.

Замечание. Рассмотренная в задаче фигура является примером несимметричной фигуры (не имеющей ни центра, ни оси симметрии), которую можно разрезать на две равных фигуры тремя различными способами. Интересно было бы ответить на следующий вопрос: существует ли несимметричная фигура, которую можно разрезать на две равные четырьмя или большим числом способов? Если вам удастся придумать пример такой фигуры, напишите, пожалуйста, об этом жюри Турнира им. Ломоносова по адресу turlom@mccme.ru

3. Рассмотрим вычисления по плану Мальвины. Соседние операции «раздели на 8» и «умножь на 6» заменим на одну операцию умножения на $6/8 = 3/4$. Если бы после умножения на $3/4$ получалось дробное число, то, вычтя из него 9, мы бы снова получили дробное число, а должны получить простое (т. е. целое), значит при умножении на $3/4$ мы получаем целое число. Причём это число будет делиться на 3 (при умножении на $3/4$ тройке «не с чем сократиться»). Тогда после вычитания 9 получится число, также делящееся на 3. И известно, что это число простое. Единственное простое число, делящееся на 3, это само число 3. Значит, по плану Мальвины в конце должно было получиться 3. Произведя операции в обратном порядке, найдём число клякс:

$$(3 + 9) : 6 \cdot 8 - 7 = 9.$$

Буратино получил число

$$(9 \cdot 7 - 8) : 6 + 9 = 18 + \frac{1}{6}.$$

Ответ. Буратино получил ответ «$18\frac{1}{6}$».

4. Решение 1, которое мог бы придумать обычный покупатель. Видно, что один диск стоит 20 руб. Будем заполнять ещё одну строчку таблицы, записывая в неё стоимость покупки, при использовании уже «выявленных» упаковок.

Итак: 1 — 20; 2 — 40; 3 — 60; 4 — 80; 5 — 100; 6 — 120.

Отлично — обнаружено расхождение! Значит 6 дисков уже выгоднее покупать не по одному, а купив некоторую упаковку, ценой в 111 руб. Давайте поймём, сколько же дисков в этой упаковке за 111 руб.?

7, 8, 9, 10 дисков можно купить также за 111 руб. А вот 11 дисков можно купить уже дороже. Значит в магазине предлагают набор из 10 дисков за 111 руб.

Двигаемся дальше. 11 дисков можно купить за 131 руб. Это столько же, как и упаковка из 10 дисков за 111 руб. и ещё один диск за 20 руб, 12 дисков — 151 руб. = 111 руб. + $2 \cdot 20$ руб., 15 дисков — 211 руб. = 111 руб. + $5 \cdot 20$ руб. А вот 16 дисков уже обойдутся дешевле, чем упаковка в 10 дисков и ещё 6 дисков (так как мы уже знаем, что 6 дисков выгоднее покупать упаковкой в 10 дисков).

Итак, чтобы купить 16 дисков мы покупаем две упаковки по 10 дисков, всего за 222 руб. Столько же денег тратится и для покупки для 17, 18, 19, 20 дисков — всё пока совпадает с таблицей.

Двигаемся дальше. 21 диск — 242 руб. (это $2 \cdot 111 + 20$), 22 диска — 262 руб. (это $2 \cdot 111 + 2 \cdot 20$). А вот 23 диска обойдутся уже в 265 руб. Это дешевле, чем было бы при покупке упаковок по 10 дисков или «одиночных» дисков (два набора по 11 дисков и 3 диска стоят 282 руб., три набора по 11 дисков стоят 333 руб.).

Значит, в этом случае, выгоднее купить некоторую новую упаковку или несколько упаковок (в том числе и новую). Но, если среди купленных нами упаковок была бы уже известная нам упаковка в 10 дисков за 111 рублей, то мы бы могли купить $23 - 10 = 13$ дисков за $265 - 111 = 154$ рубля. А по условию 13 дисков мы можем купить минимум за 171 рубль. Аналогично, если бы мы купили не менее 23 дисков за 265 рублей при этом купив 1 диск за 20 — то мы бы могли купить не менее 22 дисков за $265 - 20 = 245$ рублей, чего по условию мы сделать не можем. Значит, покупая 23 диска, мы использовали только новую упаковку.

Сколько же в ней дисков? Покупка и 24, и 25 дисков стоит те же 265 руб., а вот 26 дисков уже дороже. Значит, в упаковке 25 дисков, и стоит она 265 руб. (Если бы эти 265 рублей стоила не одна, а несколько одинаковых упаковок, то в сумме они бы тоже составляли 25 дисков, значит это была бы упаковка на 5 дисков по цене 53 рубля, которой у нас нет).

Итак, мы нашли цену и количество дисков в обеих предлагаемых в магазине упаковках: это упаковка из 10 дисков по 111 руб. и упаковка из 25 дисков по 265 руб.

Тогда 29 дисков дешевле всего купить, купив 3 упаковки по 10 дисков за $111 \cdot 3 = 333$ рубля. (Это выгоднее, чем покупать одну упаковку на 25 дисков и ещё 4 диска всего за $265 + 80 = 345$ рублей.)

Решение 2, которое мог бы придумать покупатель-математик. Если наиболее выгодная покупка состоит из нескольких предметов (дисков по отдельности и упаковок), то диски, содержащиеся в любом предмете или любом наборе этих предметов, были куплены способом, который нельзя «улучшить» (сделать более выгодным) — иначе, «улучшая» способ оплаты части дисков, мы бы смогли сделать более выгодной и всю покупку целиком.

Из этого следует, что если мы использовали для покупок какую-то упаковку, то для покупки такого количества дисков, какое содержится в этой упаковке, по минимальной цене можно покупать одну эту упаковку.

Из таблицы видно, что диски в количестве 1, 2, 3, 4, 5 покупались по отдельности по цене 20 рублей за диск.

Покупка не менее 6 дисков такой цене не соответствует, значит, в этом случае была куплена хотя бы одна упаковка. Но что-то ещё, кроме этой упаковки, куплено быть не могло, так как тогда получилось бы, что такая упаковка оптимизирует способ покупки менее чем 6 дисков. Но тогда мы бы и воспользовались таким способом при покупке такого (меньшего 6) количества.

При покупке 7 дисков должна была использоваться такая же упаковка, так как разделить покупку 7 дисков на несколько предметов по аналогичным причинам нельзя. То же последовательно (используя каждый раз ранее полученную информацию) мы устанавливаем для 8, 9 и 10 дисков.

Цена покупки 11 дисков больше, чем 10. Значит, в этой упаковке только 10 дисков. Таким образом, мы узнали параметры одной из упаковок: содержит 10 дисков и стоит 111 рублей.

Теперь заметим, что цена покупки 24 и 25 дисков — одинаковая, а для покупки 26 — другая.

При покупке 25 дисков мы не могли использовать одиночных дисков (так как иначе, отказавшись от одного одиночного диска, мы могли бы купить 24 диска на 20 рублей дешевле, чем 25 дисков, а в таблице для этих количеств стоит одинаковая цена). А набрать 25 дисков упаковками по 10 дисков невозможно. Значит, мы установили ещё один тип упаковки: она содержит 25 дисков и стоит 265 рублей. Содержать более 25 дисков такая упаковка не может, так как тогда 26 дисков стоили бы столько же.

Итак, мы установили 2 типа упаковок:
1) 111 рублей за 10 дисков (11,1 рублей за диск);
2) 265 рублей за 25 дисков (10,6 рублей за диск).

Поскольку по условию должно быть только 2 типа упаковок, получается, что мы определили все возможные варианты этих упаковок.

Выясним оптимальную цену покупки 29 дисков. Эту покупку можно разбить на 20 дисков (оптимальная цена по условию 222 рубля) и 9 дисков (оптимальная цена по условию 111 рублей), итого оптимальная цена не более 333 рублей. Эта цена может быть реализована покупкой трёх упаковок по 10 дисков.

Покупать одиночные диски нерационально. В самом деле, как только мы купим один одиночный диск (за 20 рублей), нам останется купить 28 дисков, оптимальная цена которых по условию составляет 325 рублей. Итого получится 345 рублей.

Покупать упаковку из 25 дисков также нерационально. Если мы её купим, нам останется докупить 4 диска. Из таблицы в условии понятно, что дешевле всего их покупать поштучно. Но, как мы только что выяснили, покупка 29 дисков с хотя бы одним одиночным диском является нерациональной.

Следовательно, первоначально рассмотренный вариант (3 упаковки по 10 дисков) действительно является самым рациональным.

Решение 3, которое скорее всего предложил бы покупатель-экономист. Построим график зависимости цены одного диска от количества покупаемых оптом дисков.

Мы видим на графике три «провала» — это и есть то, что нам нужно. Два первых «провала» (минимума) при этом соответствуют одной и той же цене диска

11,10 руб., то есть одному и тому же типу упаковки, а ещё один минимум — другому типу упаковки.

Этот «экономический» метод решения, разумеется, можно строго математически обосновать.

Ответ. В продаже имеются:
1) одиночные диски по цене 20 рублей;
2) упаковки по 10 дисков по цене 111 рублей за упаковку;
3) упаковки по 25 дисков по цене 265 рублей за упаковку.

5. Рассмотрим квадратный трёхчлен $ax^2 + bx + c$. Пусть x_1 и x_2 — его корни. По теореме Виета

$$x_1 + x_2 = -\frac{b}{a}, \qquad x_1 x_2 = \frac{c}{a}.$$

Если оба корня положительны, то $\frac{b}{a} < 0$ и $\frac{c}{a} > 0$, то есть b и a — разных знаков, c и a — одного знака. Значит, если оба корня положительны, то средний коэффициент трёхчлена имеет другой знак, чем два крайних.

Если же оба корня отрицательны, то $\frac{b}{a} > 0$ и $\frac{c}{a} > 0$, то есть все три коэффициента a, b и c одного знака.

Поскольку из чисел одного знака в результате их перестановки нельзя получить числа разных знаков, ответ на вопрос задачи — отрицательный.

Замечание. Решение не зависит от того, допускается ли случай двух равных корней.

Ответ. Таких чисел не существует.

6. Раскроем скобки в «египетской» формуле. Получим

$$S = \frac{1}{4}(ac + ad + bc + bd).$$

С другой стороны, «разрезав» четырёхугольник на два треугольника по диагонали AC, и вычислив площади полученных треугольников, мы получим

$$S = \frac{1}{2}(ab\sin\angle B + cd\sin\angle D).$$

А разрезав по другой диагонали, получаем

$$S = \frac{1}{2}(ad\sin\angle A + bc\sin\angle C).$$

То есть

$$2S = \frac{1}{2}(ab\sin\angle B + cd\sin\angle D + ad\sin\angle A + bc\sin\angle C)$$
$$S = \frac{1}{4}(ab\sin\angle B + cd\sin\angle D + ad\sin\angle A + bc\sin\angle C)$$

Приравняв этот результат и «египетский», получаем

$$\frac{1}{4}(ac + ad + bc + bd) = \frac{1}{4}(ab\sin\angle B + cd\sin\angle D + ad\sin\angle A + bc\sin\angle C)$$

Так как синус всегда не больше единицы, то равенство достигается только тогда, когда синусы всех четырёх углов равны 1. Поскольку углы выпуклого четырёхугольника находятся между $0°$ и $180°$, получаем: $\angle A = \angle B = \angle C = \angle D = 90°$, т. е. четырёхугольник является прямоугольником.

Заметим (это не входит в условие задачи), что и в том случае, когда четырёхугольник $ABCD$ — невыпуклый, его площадь будет меньше, чем площадь соответствующего выпуклого четырёхугольника ($A'BCD$, у которого «невыпуклая часть» развёрнута наружу), и поэтому $S(A'BCD) < S(ABCD) \leqslant \leqslant \frac{1}{4}(ac + ad + bc + bd)$. Таким образом, пользуясь своей формулой в случае, когда четырёхугольник не является прямоугольником, египтяне всегда завышали значение площади (и для выпуклых и для невыпуклых четырёхугольников).

Комментарий. При решении этой задачи можно и не использовать понятие синуса. Действительно, рассмотрим треугольник, построенный на сторонах a и b. Пусть h — высота, опущенная на сторону a. Тогда $h \leqslant b$, и площадь треугольника равна $\frac{1}{2}ah \leqslant \frac{1}{2}ab$. Равенство выполнено в точности тогда, когда $b = h$, т. е. угол между сторонами a и b — прямой. Аналогичные соотношения верны для треугольников, построенных на других парах смежных сторон. Сложив их, получаем нужный результат.

Ответ. Формула верна для прямоугольников и только для них.

7. Пусть нужная нам точка на границе многоугольника — O. Построим сам многоугольник.

Разделим плоскость на 4 прямых угла с вершинами в точке O.

Построим равнобедренный прямоугольный треугольник AOB с вершиной в точке O и катетами, лежащими на сторонах одного из прямых углов.

Построим равнобокую трапецию $DEFG$ с боковыми сторонами $DE = FG$, лежащими на сторонах соседнего прямого угла, так, что $OD = OG$ и площадь трапеции равна площади треугольника AOB.

Из условия равенства площадей

$$S(\Delta OAB) = S(DEFG) = S(\Delta OEF) - S(\Delta ODG),$$
$$\frac{1}{2}OB^2 = \frac{1}{2}OE^2 - \frac{1}{2}OD^2,$$
$$OE^2 = OB^2 + OD^2$$

При этом D нужно выбрать в пределах отрезка OB ближе к точке B.

Аналогичным образом построим трапеции $IJKL$ и $MNPQ$. Отрезки OA и QP при этом не должны пересекаться, что можно обеспечить соответствующим выбором расположений трапеций. На приведённом рисунке $OA = OB = 5$,

$OE = OF = 6$, $OJ = OK = 7$ и $ON = OP = 8$, в том, что OA и QP не пересекаются, а остальные соседние боковые стороны треугольника и трапеций, наоборот, частично совпадают, можно убедиться с помощью непосредственных вычислений.

Полученный многоугольник $OABEFJKNPQMLIGD$ и точка O на его границе удовлетворяют условию задачи.

Покажем, что прямая XZ делит площадь нашего многоугольника на равные части. Площади трапеций $DEFG$ и $MNPQ$, расположенных по разные стороны прямой XZ, равны по построению.

Эта прямая также делит в одинаковом соотношении площади треугольника OAB и трапеции $IJKL$ (а поскольку площади этих фигур равны по построению, прямая делит каждую из них на части, площади которых соответственно равны площадям частей другой фигуры).

В самом деле, треугольники OAB и OJK подобны; кроме того, они равнобедренны, а прямая XZ проходит через вершину каждого из этих треугольников, образуя одинаковые углы с одной из боковых сторон, и, следовательно, делит их площади в одинаковом отношении. То же верно про треугольники OAB и OIL, поэтому прямая XZ делит их площади в том же отношении. Ну а площади частей трапеции $IJKL$ равны разностям площадей соответствующих частей треугольников OJK и OIL.

Итак, мы видим, что по разные стороны от прямой XZ оказались части многоугольника соответственно равных площадей, поэтому суммарные площади также равны — прямая действительно делит площадь многоугольника пополам.

В случае, если прямая пересекает трапеции $DEFG$ и $MNPQ$, доказательство строится аналогично. Случаи вертикального и горизонтального расположения секущей прямой являются тривиальными.

Комментарий. Как до такого решения можно догадаться? Фактически мы придумали два независимых решения, каждое — для своих двух вертикальных углов координатной плоскости. Причём одно из решений выбрали таким, чтобы нужная по условию задачи точка как раз была на его границе. А затем просто «подогнали края» — так, чтобы решения «цеплялись друг за друга» во всех местах, кроме одного.

Задания конкурса по математике предложили и подготовили:
№ 1 — Т. С. Гейдер;
№ 2 — С. В. Маркелов;
№ 3 — И. В. Раскина;
№ 4 — И. В. Ященко, Т. И. Голенищева-Кутузова, Ю. Г. Кудряшов;
№ 5 — Б. Р. Френкин;
№ 6 — П. В. Сергеев;
№ 7 — С. В. Маркелов.

Критерии проверки и награждения

Было предложено 7 заданий.

По результатам проверки каждого задания ставилась одна из следующих оценок:

$$+! \qquad + \qquad +. \qquad \pm \qquad \frac{+}{2} \qquad \mp \qquad -. \qquad - \qquad 0$$

Верно решённая задача оценивалась знаком «+», решение с незначительными недочётами «+.», с более серьёзными недочётами и пробелами «±», очень хорошие решения отмечались оценкой «+!»; решения, доведённые примерно до половины, оценивались знаком «+/2», за существенные продвижения в решении (при отсутствии самого́ верного решения) ставилась оценка «∓», незначительные продвижения оценивались знаком «−.», отсутствующие в работе задачи при проверке условно обозначаются оценкой «0».

Такая сложная система оценок является традиционной для московских математических олимпиад. Она сложилась за многолетнюю олимпиадную историю и прежде всего позволяет сообщить школьнику в краткой, но содержательной форме информацию о достигнутых им успехах (оценки высылаются школьникам по электронной почте, а также публикуются на www-странице Ломоносовского турнира http://www.mccme.ru/olympiads/turlom), а также помогает жюри во время работы точнее ориентироваться в ситуации и, тем самым, уменьшить количество ошибок.

При награждении **учитывались только задачи своего и более старших классов**. Задачи, предназначенные для более младших классов (чем тот, в котором учится участник турнира), проверялись и оценивались, но не учитывались при награждении[1].

Задача считалась решённой[2], если за неё поставлена оценка «+!», «+», «+.» или «±».

[1] В некоторых случаях жюри не выставляло учащимся 11 класса оценки за решение задач для младших классов — в связи с тем, что простые задачи для младших школьников технически трудно проверить на уровне серьёзности 11 класса.

[2] Для младших школьников фактически также принималась во внимание оценка «+/2», которая в большинстве случаев соответствует ситуации, когда школьник фактически решил задачу, но не может записать математически грамотное решение — просто потому, что у него ещё нет необходимой математической культуры и опыта.

Оценка «e» (балл многоборья) ставилась в каждом из следующих случаев:
1. в любом классе не менее 1 решённой задачи (оценка не хуже «±»);
2. класс $\leqslant 10$ и не менее 1 оценки не хуже «+/2».

Оценка «v» (грамота за успешное выступление на конкурсе по математике) ставилась в каждом из следующих случаев:
1. в любом классе не менее 2 решённых задач (оценка не хуже «±»);
2. класс $\leqslant 5$ и не менее 1 оценки не хуже «+/2»;
3. класс $\leqslant 7$ и не менее 2 оценок не хуже «+/2»;
4. класс $\leqslant 10$ и не менее 1 оценки не хуже «±» и ещё не менее 1 оценки не хуже «+/2».

В случае, если поставлена оценка «v», оценка «e» не ставится.

Статистика

Приводим статистику решаемости задач конкурса по математике школьниками, участвовавшими в Турнире в Москве и Московском регионе. Такая статистика даёт интересную дополнительную информацию о задачах (и задании конкурса по математике в целом): насколько трудными оказались задачи, какие задачи оказались наиболее предпочтительными для школьников, и т. п.

Для подсчёта статистики был выбран Московский регион как наиболее многочисленный по количеству участников, представительный (было организовано большое количество мест проведения, в Турнире могли принять участие все желающие школьники — как известных московских школ, так и сельской «глубинки»), однородный в смысле организационных особенностей проведения Турнира.

Мы решили, что «московская» статистика по вышеуказанным причинам окажется более информативной и интересной, чем объединение данных по всем регионам — в этом случае каждый регион внёс бы в статистику свои особенности, из-за чего общая картина получилась бы более смазанной.

В приведённой статистике учтены все работы по математике, сданные школьниками в Московском регионе (в том числе и абсолютно нулевые). Школьники, не сдавшие работ по математике, в этой статистике не учтены.

Сведения о количестве школьников по классам, получивших грамоту по математике («v»), получивших балл многоборья («e»), а также общем количестве участников конкурса по математике (количестве сданных работ).

Класс	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	Всего
Всего	0	0	6	39	282	814	1412	1547	1557	1164	1345	8166
«e»	0	0	0	0	0	371	654	569	142	192	325	2253
«v»	0	0	2	16	142	164	328	82	68	60	142	1004

Сведения о количестве участников конкурса по классам и количестве решённых ими задач. При составлении таблицы решёнными считались задачи своего или более старшего класса, за которые поставлены оценки «+!», «+», «+.» и «± ±». Две оценки «+/2» за задачи своего или старшего класса при составлении таблицы условно отмечались как одна решённая задача.

Класс	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
0 задач	0	0	4	23	141	280	431	901	1371	949	877
1 задача	0	0	1	13	104	374	658	579	132	164	326
2 задачи	0	0	1	3	36	155	290	57	40	46	105
3 задачи	0	0	0	0	1	4	27	10	14	5	32
4 задачи	0	0	0	0	0	1	6	0	0	0	5
5 задач	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
6 задач	0	0	0	0	0	0	0	0			
7 задач	0	0	0	0	0	0	0				

Сведения о распределении оценок по задачам. Оценки «+!», «+», «+.», «±» и «+/2» считались как по классам, для которых рекомендована задача, так и по младшим классам; оценки «∓», «−.», «−» и «0» считались только по классам, соответствующим задаче.

Оценка	Номера задач						
	1	2	3	4	5	6	7
+!	0	0	0	0	0	0	0
+	1091	1137	117	409	256	72	4
+.	1	0	0	0	0	0	0
±	353	206	82	344	55	10	5
+/2	1	0	6	202	13	1	0
∓	74	6	553	457	281	617	8
−.	0	0	0	1	0	0	0
−	763	1967	2651	2449	1714	1088	1158
0	78	520	1924	3980	1747	725	1335
Всего	2361	3836	5333	7842	4066	2513	2510

КОНКУРС ПО МАТЕМАТИЧЕСКИМ ИГРАМ

Условия игр

Выберите игру, которая Вас больше заинтересовала, и попробуйте придумать для одного из игроков (первого или второго) стратегию, гарантирующую ему победу независимо от ходов соперника. Постарайтесь не только указать, как следует ходить, но и объяснить, почему при этом неизбежен выигрыш. Ответ без пояснений не учитывается.

Не пытайтесь решить все задания, сохраните время и силы для других конкурсов. Хороший анализ даже только одной игры позволит считать Ваше участие в конкурсе успешным.

1. «Конфеты». Малыш и Фрекен Бок играют в игру. На столе лежит несколько конфет. Первым ходом Малыш делит конфеты на три непустых кучки, потом Фрекен Бок две кучки отдаёт Карлсону, а третью снова делит на три непустых, потом Малыш также две отдаёт Карлсону, третью делит и так далее. Кто не может сделать ход, проигрывает. Кто победит при верной игре, если на столе:

а) 7 конфет? б) 9 конфет? в) 12 конфет? г) 14 конфет?
д) произвольное число конфет?

2. «Хамелеон». В нижнем левом углу клетчатой доски стоит фигура «хамелеон». Она может превращаться в шахматного коня, и тогда ходит как конь, но только вправо и вверх (два варианта хода, см. рисунок), а может превращаться в ладью, и тогда ходит как ладья, и тоже вправо или вверх.

«Хамелеон-конь»

«Хамелеон-ладья»

Игроки ходят хамелеоном по очереди, причём каждый, сделав ход, объявляет, кем становится теперь хамелеон — ладьёй или конём (при этом, пока не окончилась игра, объявлять фигуру требуется так, чтобы у соперника была возможность пойти). Побеждает тот, кто ставит хамелеона в правый верхний угол доски. Кто — начинающий или его соперник — победит при правильной игре, если:

а) доска размером 6×6, хамелеон изначально ладья;
б) доска размером $n \times n$, хамелеон изначально ладья;
в) доска размером 8×8, хамелеон изначально конь;
г) доска размером $n \times n$, хамелеон изначально конь?
д)* Рассмотрите общую задачу: кто победит на доске $m \times n$, если хамелеон изначально конь, и кто, если ладья?

е) Немного изменим правила, дав коню бóльшую свободу. Пусть теперь хамелеон-конь может делать четыре хода (см. рисунок на следующей странице).

Кто тогда победит на доске $n \times n$, если хамелеон изначально конь, и кто, если ладья?

3. «Раскраска». Есть клетчатое поле. Два игрока делают ходы по очереди. Ход состоит в том, что игрок закрашивает несколько клеток, которые вместе образуют один прямоугольник. Перекрашивать клетки нельзя. Проигрывает тот, кто красит последнюю клетку. Кто победит при верной игре, если размеры поля:

а) $1 \times n$ клеток;
б) $2 \times n$ клеток, $n > 1$;
в) $3 \times n$ клеток, $n > 2$;
г) $4 \times n$ клеток, $n > 3$?

«Хамелеон-конь»

«Хамелеон-ладья»

Решения математических игр, критерии проверки

1. «Конфеты». На примерах, приводимых в пунктах «а»–«г» участникам предлагалось попробовать поиграть, перебрать варианты ходов и нащупать закономерности игры. Мы же представим себе, что этот предварительный этап пройден и приведём решение сразу для пункта «д».

Ответ: если количество конфет на столе равно $6k+1$ или $6k+2$ для $k = 0, 1, 2, 3, \ldots$, то победит Фрекен Бок, иначе — Малыш.

Это решение нетрудно получить, пользуясь так называемым «методом выигрышных и проигрышных позиций» или «анализом игры с конца». В самом деле, пусть игра началась с какого-то большого числа конфет. Чем она закончилась? Тем, что у игрока нет хода. Это бывает, когда конфет ему досталось 1 или 2. Эти позиции проигрышные для того, кому они достались — обозначим их буквой «П» («проигрышная»).

Позиция 3 — выигрышная. Имея три конфеты, игрок делит их на три «кучки» по конфете, и соперник, оставив одну из них, не сможет её поделить.

Это же можно сделать и при 4, 5 и 6 конфетах. Разумеется, делить на кучки надо с умом. Так, деля 6 конфет на $1+1+4$, мы позволим сопернику оставить кучку в 4 конфеты и поделить её; разложив же $6 = 2+2+2$, мы его этой возможности лишим. Значит, помечаем позиции 3, 4, 5 и 6 буквой «В» («выигрышная»). Теперь рассмотрим 7 конфет. При любом делении найдётся кучка из по крайней мере трёх конфет, которую соперник оставит себе для деления, а значит победит. Стало быть, 7 — проигрышная позиция. И постепенно расставляем буквы «В» (выигрышная) и «П» (проигрышная) против позиций, заполняя табличку:

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	...
П	П	В	В	В	В	П	П	В	В	В	В	П	...

Сама по себе табличка достаточно красноречиво убеждает в верности ответа, но мы приведём теперь и строгое его доказательство методом математической индукции. Индукция ведётся по k — параметру, который мы использовали для записи ответа.

База ($k = 0$) нами разобрана.

Пусть теперь (шаг индукции) для всех $k < m$ ответ доказан. Рассмотрим $k = m$. Числа $6m + 1$ и $6m + 2$ невозможно разбить на три слагаемых, дающих при делении на 6 остатки 1 или 2. Это проверяется перебором всех возможных троек остатков:

$$1 + 1 + 1 = 3$$
$$1 + 1 + 2 = 4$$
$$1 + 2 + 2 = 5$$
$$2 + 2 + 2 = 6$$

Значит, как бы ходящий не разбил $6m + 1$ или $6m + 2$ на три кучки, соперник оставит из них для дальнейшего деления кучку, дающую остаток, больший 2, при делении на 6. Тем самым, $6m + 1$ и $6m + 2$ — проигрышные позиции.

Напротив, числа $6m + 3$, $6m + 4$, $6m + 5$ и $6m + 6$ можно разбить на «плохие» для соперника кучки:

$$6m + 3 = (6m + 1) + 1 + 1$$
$$6m + 4 = (6m + 1) + 1 + 2$$
$$6m + 5 = (6m + 1) + 2 + 2$$
$$6m + 3 = (6m + 2) + 2 + 2$$

То есть, это позиции выигрышные. Доказательство завершено.

Критерии проверки. За решение пункта «а» давалось 2 балла, за решение каждого следующего пункта (вплоть до «г») — на 1 балл больше предыдущего. Решение пункта «д» оценивалось 20-ю баллами, если решающий не забывал указать верные ответы предыдущих пунктов (если ответы не были указаны, то тогда 18 баллов). Кроме этого укажем, что за «голые» ответы в пунктах «а»–«г» не ставилось ничего, а в пункте «д» 1 балл; за указание проигрышных позиций без стратегии в «д» ставилось 2 балла, а при наличии ответа — 3 балла. Не более 1 балла ставилось в пунктах «а»–«г» за неполный перебор, ошибки в переборе, ссылку на неверно разобранный предыдущий пункт.

2. «Хамелеон». Пункты «а» и «в» (как и в предыдущей задаче, собственно) давались для того, чтобы участники, которым трудно сразу же рассуждать для больших n, попробовали почувствовать стратегию на небольшом поле. Мы приведём решение сразу пунктов «б» и «г».

В пункте «б» при достаточно большом n побеждает первый игрок. Он ставит ладью на самое левое поле второй горизонтали сверху и объявляет её конём. У соперника в этом случае только один ход (на третье слева поле верхней горизонтали), более того, у него после этого хода нет выбора — он обязан объявлять коня ладьёй. Как только это происходит, первый игрок побеждает. Описанная стратегия «работает» при $n > 3$. Меньшие значения n нетрудно разобрать непосредственно, там побеждает второй игрок: случай $n = 1$, пожалуй, можно считать некорректным, при $n = 2$ ходы игроков предопределены, при $n = 3$

у первого игрока по сути есть два различных хода, после которых объявлять хамелеона конём для него либо невозможно, либо глупо, а если он оставит его ладьёю, то второй игрок либо сразу победит, либо поставит ладью в центральную клетку, после чего ситуация сведётся к случаю $n = 2$.

Эта, стратегия, заметим, в целом решает и ту часть пункта «д», которая относится к случаю, когда хамелеон вначале ладья. При $\min(m, n) > 3$ она применяется так же, в случае $\min(m, n) = 1$ первый побеждает сразу, а при $\min(m, n) = 2$ или при $\min(m, n) = 3$ первый игрок сводит поле к 2×2 или 3×3, где и побеждает, так как он теперь как бы второй. Итак, новых исключений неквадратные поля не добавили.

В пункте «г» при достаточно большом n побеждает второй игрок. Его стратегия заключается в том, что на любой ход первого игрока он: если хамелеон стал ладьёй, выигрывает согласно разобранной части пункта «д»; если хамелеон остался конём, возвращает его на большую диагональ, идущую из нижнего левого угла доски, и сохраняет его конём. При этом поле $n \times n$ редуцируется до поля $(n-3) \times (n-3)$. Так можно делать до тех пор, пока $n \geqslant 4$. В конце нужно правильно разыграть эндшпиль: когда после очередной редукции $n \longrightarrow (n-3)$ мы придём к $n = 2$ или $n = 3$, нужно не оставлять хамелеона конём, а сделать его ладьёй, поскольку, как мы уже видели в решении пункта «б», это приведёт второго игрока к выигрышу.

От пункта «д» нам осталось разобрать случай, когда в начале игры на произвольном поле хамелеон является конём. Это можно сделать методом выигрышных и проигрышных позиций, о которых мы уже говорили в задаче № 1. Рассмотрим «бесконечную влево-вниз» доску и будем ставить в клетке с координатами $(m\,;\,n)$ букву «В», если, начиная с этой клетки конём, мы побеждаем, и букву «П» в противном случае. Клетки $1 \times n$, $n \times 1$ и 2×2 пометим буквой «Н» — начинать игру конём в этих клетках нельзя по правилам.

Постепенно заполняя таблицу, увидим, что начинающий проиграет на полях размером $(3k-1) \times (3k+p)$ (k — любое натуральное число, p — любое натуральное большее единицы), полях размером $(3k) \times (3k+2)$ и квадратных полях $n \times n$ при $n > 2$. На всех остальных полях начинающий конём победит.

...	8	7	6	5	4	3	2	1	
Н	Н	Н	Н	Н	Н	Н	Н	Н	1
П	П	П	П	П	П	В	Н	Н	2
В	В	В	В	П	В	П	В	Н	3
В	В	В	В	В	П	В	П	Н	4
П	П	П	В	П	В	П	П	Н	5
В	П	В	П	В	В	В	П	Н	6
В	В	П	В	П	В	В	П	Н	7
В	П	В	П	П	В	В	П	Н	8
П	В	В	В	П	В	В	П	Н	...

Анализ выигрышных и проигрышных полей помогает разобраться и с пунктом «е». Ограничимся в этом пункте только сообщением ответа. Хамелеон-ладья даёт победу начинающему на всех полях, кроме 1×1 и 2×2, а хамелеон-конь — на всех белых полях (считаем, что доска шахматно раскрашена и угловая клетка чёрная), кроме 1×2, где хамелеон не может начинать игру как конь.

Критерии проверки. За пункт «а» давался 1 балл, за «б» — 3 балла (один снимался, если не разбирались случаи малых n), за «в» — 3 балла, за «г» — 5 баллов (один балл снимался, как и в «б»), прозевавшим малые n), за «д» и «е» — по 4 балла (2 «за ладью» и 2 «за коня»). В последних двух пунктах считалось достаточным нарисовать таблички или внятно описать их. «Голые» ответы не оценивались.

3. «Раскраска». В пункте «а» на поле 1×1 победит второй игрок, иначе же первый, который сразу же закрасит всё поле, кроме одной клетки. В пункте «б» на поле 2×2 победит второй игрок (это легко проверяется), а во всех прочих случаях первый — он своим ходом может оставить второму игроку квадрат со стороной в 2 клетки.

В случаях «в» и «г» победит первый игрок. Опишем выигрышную стратегию для начинающего игру для общего случая $m \times n$ клеток, $n > m - 1$. (Идея этого решения принадлежит девятикласснице из Москвы Ольге Буровой.) Первый ход начинающего состоит в закрашивании почти всего поля — незакрашенными остаются лишь две полоски размером $m \times 1$ по его краям.

Дальнейшая игра идёт на этих двух независимых полосках. Начинает второй. Первый придерживается такого правила: на любой ход второго на одной из полосок отвечает таким же (симметричным) ходом на второй. Но: как только при ходе второго игрока его полоска (та, где он только что пошёл) превратилась в набор из k отдельных, не граничащих по сторонам друг с другом клеток (возможно, $k = 0$), первый на второй полоске делает такой ход (назовём его «решающий»), чтобы их (изолированных клеток) там осталось на одну больше или на одну меньше, чем оставил на своей полоске второй игрок.

Теперь все клетки изолированы друг от друга, их общее число является суммой двух последовательных чисел и потому нечётно, а тогда игроки будут красить их по очереди, начиная со второго игрока, которому и останется последняя проигрышная клетка.

Покажем теперь, что решающий ход действительно можно осуществить. Пусть второй игрок закрасил прямоугольник $l \times 1$ клеток, после чего на его полоске остались изолированные незакрашенные клетки. Если закрашенный им прямоугольник граничил с одной или двумя незакрашенными клетками, первый при своём ходе может закрасить прямоугольник $(l + 1) \times 1$, включающий

тот, что закрашен соперником, и одну из этих клеток. Если же по обоим коротким сторонам от закрашенного вторым игроком прямоугольника $l \times 1$ были закрашенные клетки, то первый может закрасить его часть $(l-1) \times 1$, оставив лишнюю клетку с краю. Такой ход, казалось бы, невозможен при $l = 1$, но это бы означало, что уже перед ходом второго игрока были бы только одиночные клетки, а мы уговорились, что они впервые появились только после его хода.

Критерии проверки. За пункт «а» давалось 2 балла, за каждый следующий на 2 балла больше предыдущего. «Голые» ответы не оценивались. По баллу в первых двух пунктах снималось за неразобранные случаи-исключения 1×1 и 2×2.

Задания конкурса по математическим играм предложили:
№ 1 — И. В. Раскина; № 2 — М. Э. Дворкин; № 3 — И. В. Раскина.

Критерии награждения

Кроме письменного конкурса по математическим играм в ряде мест проведения турнира математические игры также проводились устно.

Результаты устных ответов по каждому заданию переводятся в баллы в соответствии с критериями проверки письменных работ. Если какое-либо задание участник сдавал и устно, и письменно, учитывается наилучшая (из двух) оценка в баллах за это задание. (Если участник сдавал задание устно несколько раз — за каждый пункт каждого задания учитывается лучшая из всех полученных оценок.)

Оценка «е» (балл многоборья) ставилась, если в сумме по трём заданиям было набрано 8 баллов или больше.

Оценка «v» (грамота за успешное выступление в конкурсе по математическим играм) ставилась, если в сумме по трём заданиям было набрано 18 баллов или больше. (То есть достаточно было полностью выполнить любое одно задание — возможно, с незначительными недочётами. Для этого, в частности, было достаточно полностью выполнить задание на одном «сеансе» устного конкурса.)

В случае, если поставлена оценка «v», оценка «е» не ставится.

Устный конкурс. Рекомендации

Мы рекомендуем по возможности провести этот конкурс в устной форме для учеников не старше восьмого класса. Ученикам 9–11 классов даются задания для письменной работы. Если нет возможности провести конкурс устно, дайте письменные задания и младшим ребятам, но всё же, пожалуйста, постарайтесь организовать для них устный конкурс — младшеклассники, как показывает печальный опыт прошлых лет, очень плохо записывают решения заданий по математическим играм.

Мы советуем проводить устный конкурс приблизительно так. В выделенной аудитории назначаются «сеансы игр» — например, каждый час или, если аудитория невелика, каждые 45 минут. Расписание «сеансов» вывешивается на дверях. Перед началом сеанса в аудиторию запускаются участники и рассаживаются за

парты, лучше по двое. Не допускайте перенаселения, посоветуйте тем, кто не помещается, посетить иные конкурсы, а на этот прийти к другому сеансу.

На каждом сеансе ведущие (их нужно примерно по одному на 10–15 школьников) могут выбрать одну предложенных игр. Перед тем, как рассказать правила, можно кратко объяснить, что такое математическая игра, что такое стратегия, привести пример на самых известных играх, например, «крестики-нолики 3×3» или «двое берут из кучи по 1 или 2 камня». Рассказав правила, можно выдать ребятам задания (для этого их надо предварительно разрезать, чтобы можно было выдать задания и правила только одной игры) и попросить их сыграть друг с другом или с вами несколько партий, чтобы понять принципы игры. С желающим объяснить решение какого-либо пункта задания негромко побеседуйте. Потребуйте, чтобы он не просто «обыграл» вас, а внятно объяснил стратегию. **Сданную задачу отметьте в протоколе.**

Участнику можно предложить перейти в аудиторию, где проходит письменный конкурс

— если он затрудняется изложить решение устно,

— если он уже решил предложенную игру и хочет решать другие,

— если по каким-то причинам Вы бы хотели, чтобы его решение подверглось внешней проверке,

— если, наконец, он бузит и мешает Вам работать.

Многие дети, кстати, не настолько жаждут решить и сдать задачу, они приходят просто поиграть. Дайте им эту возможность, поиграйте с ними, устройте турнир по какой-то игре. Шутите, улыбайтесь, создайте праздничную атмосферу. Самых заядлых игроков можно оставить на повторный сеанс, но сначала напомните о других конкурсах.

Чтобы конкурс прошёл хорошо, к нему надо подготовиться.

Во-первых, **прорешайте заранее задания**, чтобы уверенно играть с детьми, когда надо поддаваясь, когда надо побеждая.

Во-вторых, распечатайте бланк протокола, распечатайте, размножьте и разрежьте на три части задания игр.

О записи результатов. **В протоколе отражайте сданные школьниками задания.** Принимайте задачи строго, требуйте объяснения правильности стратегии. Не подсказывайте явно, но незаметно слегка помогите участнику, если видите, что он понимает суть решения, но не может точно её выразить. Бывает так, что маленький участник очень ловко играет в игру, в разные её варианты, но объяснить ничего толком не может. Отметьте это словами в протоколе, такого малыша тоже можно будет поощрить. Протокол(ы) сдайте старшему по месту проведения Турнира.

Статистика

Приводим статистику решаемости задач конкурса по математическим играм школьниками, участвовавшими в Турнире в Москве и Московском регионе.

В приведённой статистике учтены все письменные работы по математическим играм, сданные школьниками в Московском регионе (в том числе и абсолютно нулевые), а также все устные ответы, кроме абсолютно нулевых. При наличии

нескольких устных ответов за каждый пункт каждой задачи учтён лучший результат. При наличии как устного, так и письменного ответа по каждой задаче учтена лучшая оценка (наибольшее количество баллов).

Сведения о количестве школьников по классам, получивших грамоту по математическим играм («v»), получивших балл многоборья («e»), а также общем количестве участников конкурса по математическим играм (количестве сданных работ).

Класс	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	Всего
Всего	0	1	2	25	144	420	523	471	280	211	135	2212
«e»	0	0	1	1	8	26	51	46	26	28	21	208
«v»	0	0	0	1	6	11	34	42	6	10	7	117

Сведения о распределении баллов по заданиям.

№ зад.	Баллы																				
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
1	1726	71	87	12	29	84	12	4	6	54	13	2	3	4	67	1	4	0	1	2	31
2	1927	25	6	48	83	12	8	26	7	4	6	4	34	1	1	2	13	0	1	0	5
3	1794	110	74	7	49	23	104	0	0	1	0	4	11	0	1	0	1	1	1	1	31

Обращает на себя внимание очень большое количество нулевых баллов. Это обусловлено сочетанием двух причин. Во-первых, конкурс по математическим играм для многих школьников оказался непривычным, в своих работах ребята часто приводили описание игры, примеры партий и т. п., но не делали попыток решить игру как математическую задачу. Во-вторых, ввиду достаточно сложной системы учёта результатов (возможность нескольких устных и письменных ответов с корректным объединением результатов) невозможно чётко разграничить ситуации, когда школьник пытался выполнить задание, но получил 0 баллов, и когда он вообще не выполнял и не планировал выполнять какое-либо задание. (Например, отвечая устно, школьник сказал пару слов и передумал, но в протоколе перед началом ответа он уже был отмечен.)

Сведения о распределении суммы баллов по классам. (Знаками «e» и «v» показаны границы соответствующих критериев награждения.)

Сумма баллов	Классы											Всего
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	
0	0	1	0	17	109	290	309	252	174	102	66	1320
1			0	0	6	21	36	38	14	20	12	147
2			1	2	6	16	25	21	12	11	7	101
3			0	1	0	4	8	15	10	7	3	48
4			0	1	1	23	18	22	16	13	4	98
5			0	2	4	8	18	21	7	8	11	79
6			0	0	4	19	16	12	11	7	3	72

Сумма баллов	Классы											Всего
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	
7			0	0	0	2	8	2	4	5	1	22
8	e	e	e 0	e 0	e 1	e 5	e 7	e 4	e 5	e 2	e 1	25
9			0	0	0	3	10	7	4	5	1	30
10			0	0	0	2	9	6	4	5	4	30
11			0	0	0	4	3	2	4	3	3	19
12			0	1	0	3	2	11	1	4	0	22
13			0	0	2	0	3	1	0	0	4	10
14			1	0	4	5	9	8	3	4	5	39
15				0	0	0	6	2	1	2	1	12
16				0	1	4	2	3	2	2	0	14
17				0	0	0	0	2	2	1	2	7
18	v	v	v	v 0	v 0	v 0	v 3	v 1	v 1	v 1	v 0	v 6
19				1	1	1	1	4	1	1	2	12
20					3	7	10	10	1	3	1	35
21					0	0	1	1	0	1	0	3
22					0	1	3	1	0	0	0	5
23					0	0	0	4	1	0	0	5
24					1	1	4	2	0	1	1	10
25					0	0	1	4	1	0	0	6
> 25					1	1	11	15	1	3	3	35

КОНКУРС ПО ФИЗИКЕ

Задания

В скобках после номера задачи указаны классы, которым эта задача рекомендуется. Ученикам *7 класса и младше* достаточно решить **одну** «свою» задачу, ученикам *8–10 классов* — **две** «своих» задачи, ученикам *11 класса* — **три** «своих» задачи. Также можно решать задачи старших классов, а задачи класса младше своего оцениваются невысоко.

1. (6–8) Перед спортивным соревнованием проводилась жеребьёвка, определяющая порядок игр между участниками. В стеклянной чаше лежало несколько одинаковых непрозрачных пластмассовых шаров, один из которых публично извлекается представителем спортивной команды. Каждый шар свинчивается из двух половинок, внутри пустой и там лежит записка.

Выяснилось, что жеребьёвка проведена нечестно: один из шаров был помечен. На следующий день внимательно изучили видеозапись жеребьёвки и сами шары, но не обнаружили ничего подозрительного. Как именно мог быть отмечен шар (чтобы никаких следов потом не осталось)?

2. (6–8) Расстояние от дома до школы со скоростью 6 км/ч можно пройти на 1 минуту быстрее, чем со скоростью 5 км/ч. Найдите это расстояние.

3. (7–10) Света не любит ходить в парикмахерскую и делает себе причёски сама. Она хочет так расположить плоские зеркала, чтобы, сидя на стуле, видеть свой собственный затылок прямо перед собой на расстоянии 1 метр. Изображение не должно быть перевёрнутым, повёрнутым, растянутым, изображение правой части затылка должно быть справа, левой — слева. Придумайте необходимую схему зеркал.

4. (8–10) В таблице приводятся характеристики трёх металлов: меди, алюминия и натрия. Из какого металла дешевле всего делать электрические провода (если в качестве затрат учитывать только указанную стоимость металла, использованного для изготовления проводов)?

металл	плотность ρ, кг/м^3	стоимость, C, руб/кг	удельное электрическое сопротивление $\rho_{эл}$, Ом · м
алюминий	2700	71	$27{,}1 \cdot 10^{-9}$
медь	8940	203	$17{,}8 \cdot 10^{-9}$
натрий	968	120	$43{,}0 \cdot 10^{-9}$

5. (8–11) Несколько футболистов бегут по полю прямолинейно со скоростью 10 км/ч в разных направлениях. Известно, что каждый встретился с каждым. Докажите, что все они встретились в одном месте поля.

6. (8–11) Пенопластовый цилиндр длиной $L = 1$ м с прикреплённым на одном из его концов грузом плавает в озере, сохраняя вертикальное положение. Чтобы медленно «утопить» цилиндр, давя на него вертикальной силой, нужно совершить минимальную работу $A_1 = 2$ Дж. Чтобы медленно вытащить цилиндр из воды, вытягивая его вертикальной силой, нужно совершить минимальную работу $A_2 = 16$ Дж. Какова масса цилиндра с грузом? Считать $g = 10$ м/с^2.

7. (9–11) Если по маленькому воздушному шарику со всей силы стукнуть рукой, он пролетает с большой скоростью примерно полтора–три метра, а затем резко тормозит. Почему?

8. (9–11) Кастрюля с водой на газовой плите прогревается до температуры примерно 80–90 °C, после чего температура стабилизируется и довести воду до кипения не удаётся. Эта же кастрюля без воды на этой же плите достаточно быстро целиком (вместе с крышкой) прогревается больше чем до 100 °C (это легко выясняется с помощью брызг воды, вскипающих на её поверхности). То есть равновесная температура тела в форме кастрюли, при которой рассеиваемая тепловая мощность равна получаемой от газового пламени, явно больше 100 °C. Так почему же вода в этой кастрюле не закипает? Дайте любое разумное объяснение, соответствующее приведённому краткому описанию физической ситуации.

9. (10–11) Рассматриваются электрические схемы, состоящие только из резисторов. Один резистор переменный (R_x), остальные фиксированные. К двум контактам схемы подключён источник постоянного напряжения (оно не зависит от сопротивления схемы).

Возможна ли такая схема, в которой при монотонном изменении сопротивления резистора R_x смена направления тока на противоположное через какой-то постоянный резистор R_0 происходит более одного раза?

10. (10–11) Рулон липкой ленты «скотч» может свободно вращаться вокруг центра. Лента считается тонкой, гибкой и нерастяжимой. Работа, необходимая для отклеивания от рулона куска ленты, пропорциональна длине этого куска. Обратно лента приклеивается без дополнительных усилий.

Ленту тянут за конец и сматывают с рулона. Причём ленту предварительно специально расположили так, что от поверхности рулона отклеиваются сразу два слоя (точка A), затем в точке B эти слои разделяются: внешний слой — это сматываемый конец ленты, а внутренний слой затем приклеивается обратно к рулону в точке C.

Для разматывания ленты с рулона к отрезку ленты BD необходимо приложить силу F. Найдите разницу сил натяжения отрезков ленты AB и BC в этом случае.

Ответы и решения к заданиям конкурса по физике

1. Один из вариантов: перед жеребьёвкой «нужный» шар подержать в холодильнике. Холодный шар легко найти рукой и «выбрать» во время жеребьёвки.

Условие задачи достаточно надёжно «закрывает» все прочие варианты.

Так, если какой-то шар сделать более шершавым, чем остальные (или нанести ещё какие-нибудь механические или цветовые отметки на поверхность) — это бы выяснилось при последующем изучении шаров.

Расположить шары в чаше определённым образом, в принципе, можно. С другой стороны, перед тем, как тянуть жребий, их наверняка перемешали.

Положить внутрь что-нибудь громыхающее тоже нельзя: в условии ясно сказано, что шар внутри пустой, и кроме записки там ничего нет (а если бы и было — это было бы заметно на видеосъёмке и вызвало бы подозрения).

В принципе допустимый вариант: в одном из шаров зажать записку за края между свинчивающимися половинками (чтобы она не «болталась» внутри), а в остальные шары записки просто положить. И в процессе жерьбьёвки все шары невзначай потрясти, и выбрать тот шар, в котором ничего не болтается.

Можно один из шаров завинтить не до конца. Тогда тот, кто тянет жребий, должен незаметно пробовать «дозавинчивать» каждый шар, и «случайно» вытянуть тот, который «дозавинтится».

Можно на «нужный» шар натянуть сеточку из очень тонкой нити, которая чувствуется на ощупь, но не видна на видеосъёмке. При развинчивании шара сеточка порвётся, и никаких следов на этом шаре не останется.

Возможно, участники Турнира придумают и ещё какие-нибудь варианты...

Комментарий. Фокусами, похожими на тот, что мы разобрали, занимаются вовсе не только фокусники и обманщики. Физики также очень часто сталки-

ваются с «загадками», когда два объекта вроде бы абсолютно ничем не отличаются, но ведут себя по-разному. «Загадки» эти бывают самыми разными — от простых приборов, где что-то незаметно замкнуло в электрической цепи (или в механическое приспособление попала «вредная» песчинка, или где-то образовалась маленькая дырочка, через которую что-нибудь утекает), до фундаментальных свойств элементарных частиц. Задача физиков во всех этих случаях — догадаться и/или придумать эксперименты, позволяющие «загадку» разгадать. В нашем случае видеосъёмки процедуры жеребьёвки и последующего изучения лотерейных шаров оказалось недостаточно.

2. Эта задача простая, но адресована младшим школьникам, только начинающим изучать физику, поэтому приведём подробную запись решения.

Пусть x — расстояние от дома до школы. Составим уравнение в соответствии с условием задачи:

$$\frac{x}{5\ \text{км/ч}} = \frac{x}{6\ \text{км/ч}} + 1\ \text{мин.}$$

Решим это уравнение. Один час — это 60 минут, поэтому

$$\frac{x}{5\ \text{км/ч}} = \frac{x}{6\ \text{км/ч}} + \frac{1}{60}\ \text{ч.}$$

Умножим уравнение (левую и правую часть) на 1 км/ч, получим

$$\frac{x}{5} = \frac{x}{6} + \frac{1}{60}\ \text{км.}$$

Приведём все дроби к общему знаменателю 60:

$$\frac{12x}{60} = \frac{10x}{60} + \frac{1}{60}\ \text{км,}$$

$$12x = 10x + 1\ \text{км;} \qquad 2x = 1\ \text{км;} \qquad x = 0{,}5\ \text{км.}$$

3. Годится любой удовлетворяющий условию вариант — их очень много. Например, такой (см. след стр.; причёска и лицо девушки на рисунке показаны условно).

Здесь мы воспользовались известным фактом: «уголок» из зеркал (два зеркала, расположенные перпендикулярно друг другу) «разворачивает» падающий световой луч на 180°. Одним зеркальным «уголком» мы развернули лучи света, идущие от затылка девушки, на 180°, и направили их мимо головы этой девушки. А затем другим таким же «уголком» опять развернули пучок световых лучей на 180° и направили эти лучи прямо в глаза девушке, причём с нужного направления, благодаря чему она и увидит изображение своего затылка. При этом изображение окажется неперевёрнутым: по картинке видно, что луч от правой части затылка приходит с правой стороны, а от левой части — с левой.

4. При учёте исключительно стоимости металла оказывается, что электрические провода дешевле всего делать из натрия. Однако такие провода практически не

используются ввиду того, что другие параметры металлического натрия (кроме стоимости) являются неудачными для изготовления проводов.

Решение. Определим объём V металла плотностью ρ, необходимый для изготовления провода длиной L и сопротивлением R.

$$R = \rho_{\text{эл}}\frac{L}{S} = \rho_{\text{эл}}\frac{L^2}{SL} = \rho_{\text{эл}}\frac{L^2}{V}\,,$$
$$V = \rho_{\text{эл}}\frac{L^2}{R}\,.$$

Масса этого металла

$$m = \rho V = \rho\rho_{\text{эл}}\frac{L^2}{R}\,.$$

Стоимость Σ этого металла

$$\Sigma = Cm = C\rho V = C\rho\rho_{\text{эл}}\frac{L^2}{R}\,.$$

(здесь использованы обозначения: C — цена единицы массы металла, $\rho_{\text{эл}}$ — удельное электрическое сопротивление).

Сомножитель $\dfrac{L^2}{R}$ одинаков для провода из любого материала. Поэтому нужно подобрать такой материал, для которого минимально произведение $C\rho\rho_{\text{эл}}$.

металл	плотность ρ, кг/м^3	стоимость C, руб/кг	удельное электрическое сопротивление $\rho_{эл}$, Ом · м	$C\rho\rho_{эл}$, руб/$\frac{м^2}{Ом}$
алюминий	2700	71	$27{,}1 \cdot 10^{-9}$	$5{,}1950700 \cdot 10^{-3}$
медь	8940	203	$17{,}8 \cdot 10^{-9}$	$3{,}2303796 \cdot 10^{-2}$
натрий	968	120	$43{,}0 \cdot 10^{-9}$	$4{,}9948800 \cdot 10^{-3}$

Видно, что «экономическая эффективность» меди в качестве материала для изготовления проводов примерно в 6 раз хуже, чем алюминия. Но из-за мягкости и хрупкости алюминия его невозможно использовать, например, в качестве материала для проводов контактной сети электротранспорта. А для проводов сети уличного освещения или бытовой стационарной электросети алюминиевые провода вполне годятся.

Натрий, несмотря на то, что он немного «дешевле» алюминия, использовать для изготовления проводов крайне затруднительно — этот металл окисляется на воздухе, бурно реагирует с водой и очень непрочен.

Примечание. Цены на металлы в рублях приведены на конец лета 2008 года и получены путём усреднения найденных в интернете параметров предложений о покупке и продаже таких металлов. Для анализа были отобраны только экономически оправданные данные (например, цены на химически-чистые металлы существенно выше, но для изготовления проводов такая чистота не требуется).

5. Перейдём в систему отсчёта, связанную с одним любым из футболистов (в которой он неподвижен). В этой системе отсчёта все футболисты будут двигаться равномерно и прямолинейно, и их пути пересекутся в месте расположения неподвижного футболиста. Футболисты, движущиеся по разным направлениям, могут встретиться только в точке пересечения этих направлений, то есть в месте расположения неподвижного футболиста. По условию задачи это происходит одновременно.

Обратите внимание: условие равенства скоростей футболистов в системе отсчёта, связанной с футбольным полем, важно (в данном случае условие равенства скоростей задано конкретным значением 10 км/ч). В случае различных скоростей и различных направлений движения в неподвижной системе отсчёта при переходе в движущуюся систему отсчёта эти направления могут оказаться совпадающими. А встреча футболистов, бегущих по совпадающим направлениям (по одной прямой) с различными скоростями, может произойти в любой точке этой прямой.

6. Пусть сечение стержня S, его длина равна L, а глубина погружения его нижнего конца в положении равновесия равна l. Тогда масса стержня вместе с грузом равна произведению объёма его погруженной части на плотность воды ρ:

$$M = \rho S l.$$

Когда цилиндр утапливается, он перемещается вниз на расстояние $x_1 = L - l$, а также «выдавливает» из под себя объём воды $V_2 = x_1 S$. Центр масс этой

воды ранее находился на глубине $x_2 = l + (x_1/2)$, а после погружения цилиндра можно условно считать, что эта вода «растеклась» по поверхности озера. Таким образом, при погружении цилиндра совершается работа

$$A_2 = \rho V_2 g x_2 - Mgx_1 = \rho x_1 S g x_2 - \rho S l g x_1 = \rho g x_1 S(x_2 - l) =$$
$$= \rho g x_1 S\left(l + \frac{x_1}{2} - l\right) = \rho g x_1 S \frac{x_1}{2} = \frac{\rho g x_1^2 S}{2} = \frac{\rho g S (L-l)^2}{2}.$$

Когда стержень вытаскивается из воды, то совершается работа, равная

$$A_1 = Mgl - \frac{Mgl}{2} = \frac{Mgl}{2} = \frac{\rho S l g l}{2} = \frac{\rho g S l^2}{2},$$

так как весь стержень поднимается на высоту, равную глубине его погружения l, а в образовавшуюся «ямку» стекает вода. Отсюда

$$Sl^2 = \frac{2A_1}{\rho g}.$$

Из составленных соотношений можно найти величину S.

$$\sqrt{A_1} + \sqrt{A_2} = \sqrt{\frac{\rho g S l^2}{2}} + \sqrt{\frac{\rho g S (L-l)^2}{2}} = \sqrt{\frac{\rho g S}{2}}\left(\sqrt{l^2} + \sqrt{(L-l)^2}\right),$$
$$\sqrt{A_1} + \sqrt{A_2} = \sqrt{\frac{\rho g S}{2}} \cdot L, \qquad \text{откуда} \qquad \sqrt{S} = \frac{\sqrt{2}\left(\sqrt{A_1} + \sqrt{A_2}\right)}{\sqrt{\rho g} L}.$$

Находим массу стержня

$$M = \rho S l = \rho \sqrt{S}\sqrt{Sl^2} = \rho \cdot \frac{\sqrt{2}\left(\sqrt{A_1} + \sqrt{A_2}\right)}{\sqrt{\rho g} L} \cdot \sqrt{\frac{2A_1}{\rho g}} =$$
$$= \frac{2}{gL}\sqrt{A_1}\left(\sqrt{A_1} + \sqrt{A_2}\right) = \frac{2}{gL}\left(A_1 + \sqrt{A_1 A_2}\right).$$

Подставляем численные значения

$$M = \frac{2}{10\ \frac{\text{м}}{\text{с}^2} \cdot 1\ \text{м}}\left(2\ \text{Дж} + \sqrt{2\ \text{Дж} \cdot 16\ \text{Дж}}\right) = \frac{2}{10}\left(2 + 4\sqrt{2}\right)\ \text{кг} \approx 1{,}53\ \text{кг}.$$

Ответ. $\approx 1{,}53$ кг.

7. Во время удара мы деформируем оболочку шарика, одновременно резко сдвигая её. В результате возникает устойчивый воздушный вихрь, движущийся в направлении удара по шарику. Шарик захватывается вихрем, какое-то время в этом вихре летит, а потом из вихря «вываливается» (возможно, из-за того, что вихрь к этому моменту ослабевает).

Рассуждения о силе трения между шариком и окружающим воздухом в данном случае не могут считаться корректными, так как шарик в процессе движения «захватывает с собой» прилегающий слой воздуха. Масса этого слоя сравнима с массой самого шарика (в том числе может быть и больше), кинетические энергии шарика и прилегающего слоя воздуха также сравнимы друг с другом. Поэтому в данном случае фактически приходится рассматривать движение вихревой воздушной структуры, частью которой шарик является.

Комментарий. Эксперимент лучше всего получается, если воздушный шарик небольшой, с тонкой оболочкой и надут туго, но не до предела.

Для демонстрации в аудитории шарик можно пинать не только в бок, но и вверх (чтобы было лучше видно).

8. Скорее всего, в зависимости от того, полная кастрюля или пустая, меняется выделяемая тепловая мощность пламени конфорки. Точнее, мощность, поглощаемая кастрюлей из этого пламени. Вероятно, температура дна кастрюли является «граничным условием» для пламени. И режим горения существенно зависит от того, какая именно у этого дна температура — то ли оно сразу прогрелось (пустая кастрюля), то ли нет.

Мощность может зависеть от полноты сгорания, от температуры наиболее горячей части пламени и расположения этой части относительно дна кастрюли (чем горячее и ближе к дну, тем больше передаваемая кастрюле тепловая мощность).

Потери на испарение воды очень быстро растут с ростом температуры. Если бы кастрюля была закрыта герметично, как, например, так называемая «скороварка», то она, скорее всего, прогрелась бы до температуры выше 100 градусов, в точности так же, как и пустая кастрюля. Из условия задачи не вполне ясно, была ли кастрюля с водой закрыта крышкой. Но для решения эта информация не существенна. Конечно, если крышка есть, то испарение будет немного менее интенсивным, и вода прогреется до немного большей температуры. Но если крышка не герметична, то пар всё равно будет улетучиваться, «унося» с собой часть теплоты, затраченную на его образование.

Отметим также, что давление в бытовом газопроводе очень ненамного выше атмосферного. Поэтому изменение режима горения и связанное с ним незначительное изменение давления в зоне горения может существенно повлиять на расход газа из конфорки. А с уменьшением количества сгораемого в единицу времени газа, естественно, уменьшается и мощность.

Примечание. Для произвольной газовой плиты и произвольной кастрюли наливание в кастрюлю воды совершенно не обязательно снизит тепловую мощность, передаваемую кастрюле, до уровня, который не позволяет воду кипятить. Мощность может даже, наоборот, увеличиться (никаких физических причин, препятствующих этому, нет). Только на все случаи, кроме описанного в условии задачи, люди обычно не обращают внимания.

9. Любой «чёрный ящик», внутри которого находятся идеальные батарейки (одна или несколько, или даже ни одной!) и любым образом соединённые идеальные

резисторы, из которого выведены два провода, можно представить в виде эквивалентной батарейки с некоторой ЭДС E и некоторым внутренним сопротивлением r. Измерить эти параметры можно так. 1. Подключаем к этим выводам идеальный вольтметр — получаем величину и знак ЭДС. 2. Подключаем к этим выводам идеальный амперметр — получаем ток короткого замыкания i эквивалентной батарейки. Отсюда находится её внутреннее сопротивление $r = E/I$. Какой бы мы ни подключили к означенным выводам резистор с сопротивлением $R \neq 0$, ток через него будет равен $I = E/(R + r)$.

В данном случае можно рассматривать «чёрный ящик» с тремя выводами: один — это, например, отрицательный вывод батарейки (3), а два других — это точки подключения переменного резистора — (1) и (2). Для удобства пару точек (1) и (3) можно формально считать выводами одной «виртуальной» неидеальной батарейки, а пару точек (2) и (3) — выводами другой «виртуальной» неидеальной батарейки.

Пусть эти батарейки имеют ЭДС E_1 и E_2 и внутренние сопротивления r_1 и r_2 соответственно.

Потенциалы точек подключения концов сопротивления R_x равны:

$$\varphi_1 = E_1 - \frac{(E_1 - E_2)r_1}{r_1 + r_2 + R_x} = \frac{E_1(r_2 + R_x) + E_2 r_1}{r_1 + r_2 + R_x}; \quad \varphi_2 = \frac{E_2(r_1 + R_x) + E_1 r_2}{r_1 + r_2 + R_x}.$$

В силу линейности схемы, содержащей только постоянные резисторы и две «эквивалентные батарейки», ток через любой резистор R_k может быть представлен в виде линейной комбинации

$$I_k = \alpha_k \varphi_1 + \beta_k \varphi_2 = \\ = \frac{\alpha_k \left(E_1(r_2 + R_x) + E_2 r_1\right) + \beta_k \left(E_2(r_1 + R_x) + E_1 r_2\right)}{r_1 + r_2 + R_x} = \frac{A_k + R_x B_k}{r_1 + r_2 + R_x}.$$

В числителе полученного выражения находится линейная функция от величины переменного резистора R_x. Такая функция может обратиться в 0 при изменении R_x от 0 до бесконечности максимум один раз. Знаменатель всегда положителен. Следовательно, знак тока через какой-либо постоянный резистор если и изменяется при росте переменного резистора R_x от нуля до бесконечности, то только один раз.

Ответ. Нет, такая схема невозможна.

10. 1. По условию, работа, необходимая для отклеивания от рулона куска ленты, пропорциональна длине этого куска. Введём для коэффициента пропорциональности обозначение F_0, то есть

$$\text{Работа} = F_0 \cdot \text{Длина}.$$

Тогда $F = 2F_0$, так как при «вытягивании» отрезка DB на длину x происходит отклеивание липкого слоя ленты длины x в точке A и, кроме того, отклеивание липкого слоя такой же длины x в точке B (при «перемещении» на x совершается работа $2F_0 \cdot x$).

2. Теперь выясним, с какой силой нужно «отлеплять» скотч от плоской поверхности, если тянуть «хвост» в направлении под углом α. Пусть мы отлепили от поверхности кусок ленты длиной x.

Тогда, как легко сообразить (см. рисунок), перемещение *в выбранном нами направлении* ($\vec{F}$) будет равно $h(x) = x(1-\cos\alpha)$. Соответственно, сила, которую нужно прикладывать в выбранном направлении, чтобы отклеить ленту, равна

$$F(\alpha) = \frac{A}{h(\alpha)} = \frac{A}{x(1-\cos\alpha)} = \frac{1}{1-\cos\alpha}\cdot\frac{A}{x} = \frac{F_0}{1-\cos\alpha}\,.$$

Эту же формулу можно использовать и для неплоской поверхности, считая маленький участок этой поверхности плоским. В этом случае угол α определяется касательной к поверхности в месте отклеивания липкого слоя.

3. Пусть F_{AB} и F_{BC} — силы натяжения участков ленты AB и BC соответственно (под F_{AB} подразумевается суммарная сила натяжения двух слоёв ленты, составляющих этот участок).

Пусть α — острый угол между отрезком AB и поверхностью (касательной к поверхности) рулона в точке A.

4. Поскольку рулон ленты вращается без ускорения, сумма моментов сил относительно центра рулона, создаваемых отрезками ленты AB и BC, должна быть равна 0, то есть

$$RF_{BC} = RF_{AB}\cos\alpha,$$
$$F_{BC} = F_{AB}\cos\alpha,$$
$$\cos\alpha = \frac{F_{BC}}{F_{AB}}\,.$$

В соответствии с п. 2

$$F_{AB} = F_0\frac{1}{1-\cos\alpha}\,.$$

Отсюда

$$F_{AB} = F_0\frac{1}{1-\dfrac{F_{BC}}{F_{AB}}} = F_0\frac{F_{AB}}{F_{AB}-F_{BC}}\,,$$
$$F_{AB} - F_{BC} = F_0 = F/2.$$

Заметим, что в рассмотренной нами задаче всегда $\alpha < 90^\circ$. При этом условии мы получили и далее использовали формулу $h(x) = x(1-\cos\alpha)$. Если же $\alpha > 90^\circ$, то, как легко сообразить, сделав соответствующий рисунок, $h(x) = x(1+\cos\alpha)$.

Ответ. $F_{AB} - F_{BC} = F/2$.

Примечание. Описанную в задаче конструкцию нетрудно изготовить самостоятельно. Единственная «хитрость»: если скотч отклеить и затем приклеить на место не очень аккуратно, то он держится плохо и может просто «отвалиться», а не вести себя так, как описано в условии задачи.

Обойти эту трудность можно так.

1. Смотайте с рулона скотча относительно длинный «хвост».

2. Положите на поверхность рулона что-нибудь круглое (палец, ручку, толстый фломастер) и примотайте «хвостом» так, чтобы сверху предмета оказалось 2 слоя скотча.

3. Оттягивая получившуюся петлю, передвиньте её против направления намотки ленты на 2 оборота, одновременно отлепляя «хвост» так, чтобы петля всегда состояла из двух слоёв. В результате окажется, что «хвост», намотанный вручную, полностью смотан, и все имеющиеся соединения слоёв сделаны аккуратно — они образовались на натянутой петле.

4. Аккуратно вытащите из петли вспомогательный предмет, наденьте рулон скотча на палец (ручку, или ещё что-нибудь круглое и гладкое) и тяните за «хвост». Скотч должен вести себя так, как описано в условии задачи.

Критерии проверки и награждения

Было предложено 10 заданий. По результатам проверки каждого задания ставилась одна из следующих оценок:

«+!», «+», «+.», «±», «+/2», «∓», «−.», «−», «0».

«Расшифровка» этих оценок точно такая же, как и на конкурсе по математике (см. стр. 68). Задача считалась решённой, если за неё поставлена оценка «+!», «+», «+.» или «±».

Оценка «e» (балл многоборья) ставилась в каждом из следующих случаев:
1. класс $\leqslant 6$ и не менее одной оценки не хуже «+/2»;
2. класс $\leqslant 8$ и количество решённых задач младших классов плюс количество оценок «+/2» за задачи своего и старших классов не менее 2;
3. в любом классе не менее одной решённой задачи своего или старшего класса;
4. в любом классе количество решённых задач младших классов плюс количество оценок «+/2» за задачи своего и старших классов не менее 4.

Оценка «v» (грамота за успешное выступление на конкурсе по физике) ставилась в каждом из следующих случаев:
1. класс $\leqslant 6$ и не менее одной решённой задачи;
2. класс $\leqslant 6$ и не менее двух оценок не хуже «+/2»;
3. класс $\leqslant 7$ и не менее одной решённой задачи своего или старшего класса;
4. в любом классе не менее двух решённых задач своего или старшего класса.

(По итогам проверки были приняты более мягкие критерии, чем предварительные, которые сообщались участникам вместе с заданиями.)

В случае, если поставлена оценка «v», оценка «e» не ставится.

Статистика

Приводим статистику решаемости задач конкурса по физике школьниками, участвовавшими в Турнире в Москве и Московском регионе[1]. Такая статистика даёт интересную дополнительную информацию о задачах (и задании конкурса по физике в целом): насколько трудными оказались задачи, какие задачи оказались наиболее предпочтительными для школьников, и т. п.

В приведённой статистике учтены все работы по физике, сданные школьниками в Московском регионе (в том числе и абсолютно нулевые). Школьники, не сдавшие работ по физике, в этой статистике не учтены.

Сведения о количестве школьников по классам, получивших грамоту по физике («v»), получивших балл многоборья («e»), а также общем количестве участников конкурса по физике (количестве сданных работ).

Класс	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	Всего
Всего	0	0	2	6	21	124	754	1098	1035	745	763	4548
«e»	0	0	0	0	0	1	1	416	151	168	151	888
«v»	0	0	0	4	7	48	316	174	48	50	97	744

Сведения о количестве участников конкурса по классам и количестве решённых ими задач. При составлении таблицы решёнными считались задачи своего или более старшего класса, за которые поставлены оценки «+!», «+», «+.» и «± ±». Две оценки «+/2» за задачи своего или старшего класса при составлении таблицы условно отмечались как одна решённая задача.

Класс	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
0 задач	0	0	2	2	14	76	437	508	827	517	495
1 задача	0	0	0	3	7	43	261	415	157	174	162
2 задачи	0	0	0	1	0	5	51	150	43	47	69
3 задачи	0	0	0	0	0	0	5	21	5	6	25
4 задачи	0	0	0	0	0	0	0	4	3	1	11
5 задач	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
6 задач	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7 задач	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8 задач	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
9 задач	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10 задач	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Сведения о распределении оценок по задачам. Оценки «+!», «+», «+.», «±» и «+/2» считались как по классам, для которых рекомендована задача, так и по младшим классам; оценки «∓», «−.», «−» и «0» считались только по классам, соответствующим задаче.

[1] Мотивировку такого выбора см. в статистике конкурса по математике, стр. 69

Оценка	Номера задач									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
+!	1	0	2	1	2	0	6	2	0	0
+	322	535	154	224	154	24	38	106	6	1
+.	91	79	55	28	11	11	4	11	0	0
±	62	11	60	37	19	29	27	30	1	1
+/2	37	13	87	37	65	60	135	125	9	8
∓	80	31	458	211	60	104	380	124	61	17
−.	50	28	198	48	64	73	211	131	27	19
−	741	750	1161	1338	1196	632	1068	785	107	138
0	600	531	1465	957	2075	2708	690	1232	1297	1324
Всего	1984	1978	3640	2881	3646	3641	2559	2546	1508	1508

КОНКУРС ПО ХИМИИ

Задания

Участникам 8 классов (и младше) предлагается решить 1–2 задачи участникам 9–11 классов — 2–3 задачи. После номера каждой задачи в скобках указано, каким классам она рекомендуется. Решать задачи не своего класса разрешается, но решение задач для более младшего класса, чем Ваш, будет оцениваться меньшим количеством баллов.

1. (7–8) Известно, что оксиды элементов делятся на кислотные, основные, амфотерные и несолеобразующие. Перед вами формулы нескольких соединений: SO_2, CuO, CrO_3, Na_2O_2, CO_2, CaO, CO, ZnO. Являются ли данные соединения оксидами, а если да, то к какой категории оксидов относится каждое из них? Возможны ли реакции между этими соединениями? Если да, то напишите уравнения этих реакций.

2. (7–8) Х. А. Армстронг, автор статьи «Химия», помещённой в Британской энциклопедии 1878 г., писал, что Менделеев предложил для атомного веса урана значение 240, вместо старого значения 120, установленного Берцелиусом. При этом Армстронг отдавал предпочтение третьему значению, равному 180. Как известно теперь, прав был Менделеев. Истинная формула урановой смолки — одного из важнейших минералов урана — U_3O_8. Какую формулу могли бы написать для этого минерала Берцелиус и Армстронг?

3. (8–9) Металл **А** реагирует с простым газообразным веществом **Б**, образуя твёрдое соединение **В**, которое растворяется в избытке соляной кислоты, образуя соль **Г**. Соль **Г** взаимодействует с раствором гидроксида натрия, при этом выпадает осадок **Д**. При прокаливании осадка **Д** при температуре 800°C снова получается вещество **В**. Назовите перечисленные соединения, если известно, что **В** содержит 60% металла **А**. Напишите уравнения реакций.

4. (8–10) На чашечных весах уравновешены стаканчики с разбавленной серной кислотой. В один стаканчик поместили небольшой кусочек железа, а в дру-

гой — небольшой кусочек алюминия той же массы. Нарушится ли равновесие после полного растворения металлов и, если да, то в каком направлении? Ответ подтвердите расчётами. Напишите уравнения реакций.

5. (8–10) Объём смеси оксида углерода(II) с кислородом составляет 250 мл (н. у.). После окисления всего оксида, объём смеси оказался равным 180 мл (н. у.). Полученную газовую смесь пропустили в раствор, содержащий 0,25 г гидроксида натрия.

(1) Определите состав исходной смеси (по объёму).

(2) Какое вещество образовалось в растворе после поглощения продуктов реакции? Ответ подтвердите расчётом.

6. (9–10) Объясните следующие факты, приведите уравнения соответствующих реакций:

(1) $Al(OH)_3$ не растворяется в водном растворе аммиака, но растворяется в растворе гидроксида натрия;

(2) $Cu(OH)_2$ растворяется в водном растворе аммиака, но не растворяется в растворе гидроксида натрия;

(3) $Zn(OH)_2$ растворяется и в водном растворе аммиака, и в растворе гидроксида натрия;

(4) $Mg(OH)_2$ не растворяется ни в водном растворе аммиака, ни в растворе гидроксида натрия, но растворяется в растворе хлорида аммония.

7. (9–10) Плотность чистой уксусной кислоты — 1,049 г/мл. Её водный раствор имеет одну и ту же плотность (1,13 г/мл) при двух различных значениях концентрации — 63% и 87%. Как, имея только ареометр (прибор для измерения плотности жидкостей) и воду, различить два этих раствора? Как по вашему мнению выглядит график зависимости плотности раствора уксусной кислоты от концентрации?

(*Задача приведена в исходной формулировке с неточными численными данными. Разъяснение см. в решении.*)

8. (10–11) Для растворения кремния используют смесь концентрированной азотной (HNO_3) и плавиковой (HF) кислот, хотя кремний практически нерастворим ни в одной из этих кислот, взятой отдельно.

(1) Объясните, какую роль играют азотная и плавиковая кислоты в процессе растворения кремния. Напишите уравнения реакций. Можно ли заменить плавиковую кислоту на соляную?

(2) Какие ещё способы переведения кремния в раствор вам известны? Напишите уравнения соответствующих реакций.

9. (10–11) Некоторую органическую кислоту массой 18 г полностью нейтрализовали едким натром, при этом получилось 26,8 г натриевой соли. Определить, какая кислота была взята.

10. (10–11) При сгорании 1,16 г органического соединения была получена смесь двух веществ. При последовательном пропускании этой смеси через трубки с оксидом фосфора(V) и сухим гидроксидом калия массы трубок увеличиваются соответственно на 1,08 г и 2,64 г. Определите молекулярную формулу исходного

соединения, учитывая, что его относительная молекулярная масса не превосходит 90. Изобразите возможные структурные формулы этого соединения.

Вместе с заданием школьникам выдавались справочные материалы: таблица Менделеева, таблица растворимости и электрохимический ряд напряжения металлов.

Решения задач конкурса по химии

1. Оксиды — соединения химических элементов с кислородом, в которых он связан только с более электроположительными атомами (определение из энциклопедии). На первый взгляд это определение простое и понятное, но на самом деле каждое слово в нём зачем-нибудь нужно (как и во всякой энциклопедической статье).

Из перечисленных в задаче соединений оксидом не называется только Na_2O_2 (пероксид натрия). Это вещество имеет строение

$$Na{-}O{-}O{-}Na$$

и содержит связь кислород–кислород, а по определению кислород должен быть «связан *только* с более электроположительными атомами»[1].

Все остальные соединения являются оксидами, и отнести их к перечисленным в условии категориям можно следующим образом:

Кислотные: SO_2, CO_2, CrO_3; соответствующие кислоты H_2SO_3, H_2CO_3 и H_2CrO_4 или $H_2Cr_2O_7$.

Основные: CaO и CuO; соответствующие основания $Ca(OH)_2$ и $Cu(OH)_2$. CuO иногда условно относят к амфотерным оксидам, поскольку при сплавлении с щелочами он образует купраты:

$$2NaOH + CuO \longrightarrow Na_2CuO_2 + H_2O.$$

Амфотерный: ZnO, соответствующий амфотерный гидроксид $Zn(OH)_2$ (или H_2ZnO_2 «цинковая кислота») образует как соли цинка II, например $ZnSO_4$, так и соли других металлов — цинкаты, например Na_2ZnO_2.

Несолеобразующий: CO.

Реакции между этими соединениями возможны, приведём лишь несколько вариантов:

$$ZnO + CaO = CaZnO_2$$
$$SO_2 + ZnO = ZnSO_3$$
$$CuO + CO_2 = CuCO_3$$
$$CuO + CrO_3 = CuCrO_4$$

[1] Оксидами не называются также: OF_2 (фтор более электроотрицателен, чем кислород), KO_3 (содержит связи кислород–кислород, а также имеет ионное строение), и т. п. Но, например, N_2O_5 оксидом считается, несмотря на взаимодействие многочисленных атомов кислорода в этой молекуле между собой. В любом случае оксиды были так названы (или не названы) в основном по их свойствам, задолго до того, как стало известно их строение.

Но надо иметь в виду, что эти реакции без участия воды (т. е. в твёрдой фазе или гетерогенные) идут очень плохо, а в растворе оксиды превращаются в гидроксиды и ионы, которые взаимодействуют между собой. Поэтому приведённые выше реакции являются скорее формальностью.

2. Чтобы решить задачу, мы должны рассмотреть массовые отношения элементов в оксиде урана. Так как оксид — урановая смолка — имеет формулу U_3O_8, то при атомной массе урана, равной 240, этот оксид содержит $240 \cdot 3 = 720$ а. е. м. урана на 8 атомов кислорода. Учёные Берцелиус и Армстронг знали массовое соотношение урана и кислорода в урановой смолке, вопрос заключался только в том, какому количеству атомов урана оно соответствует.

Берцелиус считал атомную массу урана равной 120. Чтобы получить 720 а. е. м. урана, в этом случае его нужно $720 : 120 = 6$ атомов. Атомов кислорода по-прежнему остаётся столько же. Таким образом, формула оксида U_6O_8. Так как известна не абсолютная масса элементов в соединении, а только их соотношение, то формула U_3O_4 также является правильным ответом.

Точно так же можно определить формулу, которая должна была получиться у Армстронга. При атомной массе урана 180 число его атомов составит $720 : 180 = 4$. Получаем оксид U_4O_8. По той же причине количества атомов можно «сократить», сохранив их соотношение, то есть U_2O_4 и UO_2 также являются правильными ответами.

Природный уран в основном представлен изотопом ^{238}U (99,2739%), так что более правильное значение атомной массы урана — 238, а не 240. Однако в описываемое в задаче время не было возможностей для экспериментального обнаружения такого расхождения.

3. Приведённая в задаче цепочка соответствует образованию оксида **В** (металл **А** + кислород), его превращению в хлорид **Г** (оксид + соляная кислота), затем в гидроксид **Д** (хлорид + гидроксид натрия), а затем снова в оксид (прокаливание).

Остаётся узнать, о каком конкретно металле идёт речь.

Нам известно, что оксид содержит 60% металла и соответственно 40% кислорода.

Предположим для начала, что степень окисления металла +1, тогда формула оксида A_2O, а молекулярная масса $(2a + 16)$, где a — атомная масса металла.

Массовая доля металла в оксиде составляет $\dfrac{2a}{2a + 16} \cdot 100 = 60$ (по условию). Отсюда находим $a = 12$, такого металла нет.

Если степень окисления металла +2, то формула оксида AO, а уравнение содержит величину a вместо $2a$. Отсюда $a = 24$, такой металл есть, и это магний.

При степени окисления металла +3 и +4 аналогично получаем атомные массы 36 и 48. В первом случае такого металла нет, а во втором подходит Ti(4+).

Таким образом:

$$\mathbf{А} = Mg, \quad \mathbf{Б} = O_2, \quad \mathbf{В} = MgO, \quad \mathbf{Г} = MgCl_2, \quad \mathbf{Д} = Mg(OH)_2;$$

$$2Mg + O_2 = 2MgO,$$
$$MgO + 2HCl = MgCl_2 + H_2O,$$
$$MgCl_2 + 2NaOH = Mg(OH)_2 + 2NaCl,$$
$$Mg(OH)_2 = MgO + H_2O.$$

Титан вряд ли можно считать вторым решением задачи, так как при окислении титан покрывается оксидной плёнкой, а перевести его в оксид полностью практически невозможно.

4. Запишем реакции, протекающие в стаканчиках. При взаимодействии с разбавленной серной кислотой железо окисляется до степени окисления +2

$$Fe + H_2SO_4 \longrightarrow FeSO_4 + H_2\uparrow,$$
$$2Al + 3H_2SO_4 \longrightarrow Al_2(SO_4)_3 + 3H_2\uparrow,$$

Поскольку массы кусочков металлов одинаковы, равновесие нарушится только из-за того, что выделится разное количество водорода. Пусть $m(\mathrm{Fe}) = m(\mathrm{Al}) = m$, тогда

$$\nu(H_2)_{Fe} = \nu(Fe), \qquad m(H_2)_{Fe} = \frac{2}{56}m(Fe) = \frac{m}{28},$$
$$\nu(H_2)_{Al} = \frac{3}{2}\nu(Al), \quad m(H_2)_{Al} = \frac{3}{2}\cdot\frac{2}{27}m(Al) = \frac{m}{9}.$$

В реакции с алюминием выделилось больше водорода, чем в реакции с железом. Поэтому после протекания реакций стаканчик с алюминием окажется легче стаканчика с железом.

5. По условию прошла следующая реакция:

$$2CO + O_2 \longrightarrow 2CO_2,$$

то есть объём смеси уменьшился на объём кислорода, который ушёл на окисление, $250 - 180 = 70$ мл. Если в реакцию вступило 70 мл кислорода, то, как видно из уравнения, прореагировало вдвое больше CO, то есть 140 мл.

Так как по условию CO вступил в реакцию полностью, а кислород был в избытке, то исходная смесь состоит из 140 мл CO и $250 - 140 = 110$ мл O_2. С гидроксидом натрия будет реагировать полученный в ходе реакции CO_2, его объём составляет 140 мл, т. е. его количество составляет $\dfrac{0{,}14\ \text{л}}{22{,}4\ \text{л/моль}} = 0{,}00625$ моль.

Раствор содержит $\dfrac{0{,}25\ \text{г}}{40\ \text{г/моль}} = 0{,}00625$ моль гидроксида натрия.

Поскольку оксид и гидроксид реагируют в соотношении 1 : 1, получится кислая соль:

$$NaOH + CO_2 \longrightarrow NaHCO_3.$$

6. (1) Растворение $Al(OH)_3$ в водном растворе гидроксида натрия обусловлено его амфотерными свойствами, он взаимодействует по типу кислоты с образованием гидроксокомплекса:

$$Al(OH)_3 + 3NaOH = Na_3[Al(OH)_6].$$

Гидроксид алюминия не растворяется в растворе аммиака, так как, во-первых, основность такого раствора недостаточна для реакции, аналогичной реакции с NaOH, а во-вторых, комплекс алюминия с аммиаком не образуется.

(2) С водным раствором аммиака $Cu(OH)_2$ взаимодействует с образованием растворимого тёмно-синего аммиачного комплекса меди:

$$Cu(OH)_2 + 4NH_3 = [Cu(NH_3)_4](OH)_2.$$

В растворе гидроксида натрия гидроксид меди не растворяется, так как проявляет прежде всего основные свойства и взаимодействует только с кислотами, а не с основаниями.

Реакция $Cu(OH)_2$ со щелочью всё же может идти, но только с концентрированными растворами щелочей, при нагревании и в небольшой степени. При этом образуются купраты $Na_2[Cu(OH)_4]$.

(3) В случае гидроксида цинка возможны обе упомянутые реакции. Во-первых, это амфотерный гидроксид:

$$Zn(OH)_2 + 2NaOH = Na_2[Zn(OH)_4].$$

Во-вторых, ион цинка образует растворимый комплекс с аммиаком

$$Zn(OH)_2 + 4NH_3 = [Zn(NH_3)_4](OH)_2.$$

(4) $Mg(OH)_2$ не растворяется ни в водном растворе аммиака, ни в растворе гидроксида натрия, но растворяется в растворе хлорида аммония.

Гидроксид магния не проявляет амфотерных свойств, а также не образует аммиачного комплекса.

Раствор хлорида аммония имеет кислую среду вследствие гидролиза

$$NH_4^+ + H_2O = NH_4OH + H^+.$$

Гидроксид магния растворяется в кислотах

$$Mg(OH)_2 + 2H^+ = Mg^{2+} + 2H_2O.$$

В молекулярной форме

$$Mg(OH)_2 + 2NH_4Cl = MgCl_2 + 2H_2O + 2NH_3.$$

7. По недосмотру жюри и историческим причинам в условии задачи были приведены неверные числовые значения справочных данных. Для решения данной качественной задачи точные значения не числовые важны. Они, например могли быть такими: при температуре 20 °C водный раствор уксусной кислоты имеет плотность 1,065 г/мл при концентрациях 61,4% и 91,2%, плотность чистой уксусной кислоты при этой температуре 1,0497 г/мл. Соответственно, следует различить растворы кислоты с концентрациями 61,4% и 91,2%.

Зависимость плотности раствора от концентрации часто может быть очень сложной. В случае уксусной кислоты при повышении концентрации раствора плотность растёт и достигает максимума в области 77%, при этом молекулы воды и кислоты образуют при помощи водородных связей сложные пространственные структуры[1]. При дальнейшем увеличении концентрации кислоты и уменьшении содержания воды в растворе образуются всё менее и менее компактные структуры, что приводит к снижению плотности кислоты.

Пользуясь данными в условии значениями плотности для двух концентраций раствора и для чистой кислоты, а также вспоминая, что плотность чистой воды равна 1 г/мл (точнее, 0,9982 г/мл при 20°C), можно построить приближённую зависимость плотности от концентрации как раз такого типа. (Мы же вместо приближённого графика для справки приведём точный.)

Используя график, можно предложить метод, как различить растворы уксусной кислоты разной концентрации, имеющие одинаковую плотность: если прилить к этим растворам небольшое количество воды, то в одном случае плотность будет расти, а в другом — уменьшаться. Например, в каждый раствор можно добавить воды в количестве 0,1 массы раствора. Тогда мы получим концентрации, соответственно, $61{,}4\%/1{,}1 \approx 55{,}81\%$ и $91{,}2\%/1{,}1 \approx 82{,}90\%$. При этом разница плотностей растворов уже будет заметной, но мы ещё не «перескочим» через максимум, разбавляя раствор с бóльшей концентрацией.

В принципе, задачу можно решить и более строго («математически»), не доверяя интуитивным предположениям о достаточно простой форме графика с одним максимумом. (А вдруг эта зависимость существенно более сложная?)

[1] Обратите внимание, что при равном количестве молекул воды и кислоты в растворе концентрация раствора равна как раз

$$M(\mathrm{CH_3COOH})/(M(\mathrm{CH_3COOH}) + M(\mathrm{H_2O})) = 60/(60+18) \approx 0{,}769 \approx 77\%.$$

Например, можно постепенно разбавлять оба раствора водой и определить зависимость плотности от концентрации, предполагая при расчёте концентраций разбавленных растворов оба возможных варианта соответствия растворов и их начальных концентраций. При выборе верного варианта (из двух возможных) эти зависимости при концентрациях менее 61,4%, очевидно, должны совпасть.

8. В обычных условиях кремний не растворяется ни в соляной или серной, ни в азотной кислоте.

Будучи сильным окислителем, азотная кислота окисляет кремний до образования диоксида:

$$3Si + 4HNO_3 = 3SiO_2 + 4NO + 2H_2O.$$

Диоксид кремния является инертным соединением и нерастворим в воде и в кислотах. Более того, в самом начале окисления кремний покрывается оксидной плёнкой и процесс останавливается. Здесь и помогает плавиковая кислота, которая взаимодействует с SiO_2, образуя летучий фторид кремния либо (в данном случае, при избытке плавиковой кислоты) комплексную соль:

$$SiO_2 + 4HF = SiF_4 + 2H_2O,$$
$$SiO_2 + 6HF = H_2SiF_6 + 2H_2O.$$

Плавиковую кислоту в данном случае нельзя заменить на соляную, так как для соляной кислоты такая реакция невозможна.

Из других способов перевода кремния в раствор самым распространённым является его взаимодействие с концентрированным раствором щёлочи при нагревании с образованием растворимого силиката и с выделением водорода, который в этой реакции восстанавливается:

$$Si + 2NaOH + H_2O = Na_2SiO_3 + 2H_2.$$

9. Так как органическая (карбоновая) кислота содержит в своей молекуле карбоксильную группу, обозначим кислоту как RCOOH, предполагая таким образом, что она одноосновная.

Запишем уравнение реакции нейтрализации:

$$RCOOH + NaOH = RCOONa + H_2O.$$

Молекулярная масса кислоты $M_к = r + 12 + 16 + 16 + 1 = r + 45$,
где r — молекулярная масса остатка R.
Молекулярная масса соли $M_с = r + 12 + 16 + 16 + 23 = r + 67$.
Таким образом $(r + 45)$ г кислоты образуют $(r + 67)$ г соли.
По условию 18 г кислоты дают 26,8 г соли.
Составим пропорцию:

$$\frac{r + 45}{r + 67} = \frac{18}{26{,}8}, \quad \text{откуда} \quad r = 0.$$

У нас получилось, что кислота вообще не содержит органического радикала и представляет собой отдельную карбоксильную группу. На первый взгляд,

это невозможно. Однако теперь стоит вспомнить, что обозначив кислоту как RCOOH, мы предположили, что она одноосновная. А это не обязательно так.

Одноосновной кислоты, удовлетворяющей условию задачи, не существует. Тем не менее существует двухосновная кислота, которая действительно содержит только карбоксильные группы, и при её нейтрализации атом водорода в обеих группах замещается на атом натрия.

Это щавелевая кислота $(COOH)_2$ (или $H_2C_2O_4$).

10. При полном сгорании органических веществ, не содержащих элементов кроме C, H, O, образуются вода и углекислый газ. Оксид фосфора является осушителем, то есть поглощает воду, гидроксид калия связывает углекислый газ. Таким образом, массы трубок увеличились на массы соответствующих продуктов сгорания. Отсюда можно найти количества H_2O и CO_2, их образовалось по 0,06 моль. Значит, в исходном веществе было 0,06 моль атомов углерода и 0,12 моль атомов водорода.

Пусть формула исходного соединения $C_nH_{2n}O_m$. Рассмотрим разные значения n.

Если $n = 1$, то молярная масса вещества $1{,}16/0{,}06 = 19{,}3$ г/моль, чего не может быть.

Если $n = 2$, то масса соединения $1{,}16/(0{,}06/2) = 38{,}6$ г/моль, чего также быть не может.

Если $n = 3$, то масса соединения $1{,}16/(0{,}06/3) = 58$ г/моль, тогда $m = 1$, т. е. формула соединения C_3H_6O (при бóльших значениях n либо получается нецелая относительная молекулярная масса вещества, либо она превосходит 90).

Это соединение может иметь следующие структуры:

1)

2)

3)

В реальности это соединение не существует так как очень быстро превращается в соответствующий альдегид:

4)

В этом случае так же записать эту структурную формулу можно лишь формально, в реальности существует только соответствующий кетон:

Кроме того, этой брутто-формуле соответствуют следующие циклические соединения:

5)

6)

7)

Критерии оценок и награждения

Каждая задача оценивалась в баллах по следующим критериям (в зависимости от полноты решения и класса, в котором учится школьник).

Задача 1.

Указание на пероксид — **2 балла** (если просто указано, что Na_2O_2 не оксид — **1 балл**).

Типы оксидов — максимум **3 балла**.

Реакции: 4 правильных реакции — **3 балла**.

Всего $2 + 3 + 3 =$ **8 баллов** для $\leqslant 8$ класса.

Для 9 класса: $1 + 2 + 2 =$ **5 баллов** (1 балл за пероксид, до 2 баллов за типы оксидов, до 2 баллов за реакции).

Для 10–11 классов $0 + 1 + 1 =$ **2 балла**.

Задача 2.

Берцелиус: U_6O_8 или U_3O_4.

Армстронг: U_4O_8 или UO_2 или U_3O_6.

$\leqslant 8$ класс: $2 + 2 =$ **4 балла** (за любой правильный вариант).

9–11 класс: **2 балла** всего.

Задача 3.

Расчёт, определение магния — **2 балла**, титана — +**1 балл**.

Цепочка реакций металл—оксид—соль—гидроксид—оксид — **4 балла** (с магнием).

Аналогичные реакции с титаном либо пояснение, почему он не подходит — + **2 балла**.

Всего $2 + 1 + 4 + 2 =$ **9** баллов (из них за магний 2 + 4 = 6).

Реакции с магнием, но без расчёта — **4 балла** ($\leqslant 9$ класс).

Реакции правильные, но с другим металлом — **3 балла** ($\leqslant 9$ класс).

10–11 класс: $1 + 1 + 2 + 1 =$ **5** баллов.

(Реакции с другим металлом: **1 балл**.)

Задача 4.

Реакции — **1 балл**.

Расчёт или качественное пояснение без расчёта — **5 баллов**.

Всего **6 баллов**.

11 класс — всего **4 балла**, отдельно реакции не оцениваются.

Задача 5.

(1) Ответ: 140 мл CO и 110 мл кислорода. Расчёт и ответ **4 балла**.

(2) Диоксид углерода и NaOH присутствуют в молярном соотношении строго 1 : 1 — обоих по 0,00625 моль. Поэтому получится кислая соль $NaHCO_3$. (**3 балла**.)

Всего $4 + 3 =$ **7 баллов**.

11 класс $3 + 2 =$ **5 баллов**.

Задача 6.

По каждому пункту **4 балла** при наличии реакции растворения и пояснения по отсутствию растворения.

Всего до **16 баллов**.

Для 11 класса — по **3 балла**, всего до **12 баллов**.

Задача 7.

График должен проходить через максимум, в нуле должна быть плотность воды (≈ 1 г/мл), а в 100% — плотность чистой кислоты. Приблизительное расположение и высота максимума плотности определяются построением плавной линии по четырём указанным точкам (**2 балла**).

Способ различить два раствора **3 балла**.

Всего 5 баллов. (11 класс — то же самое).

Задача 8.

(1) Окисление и растворение SiO_2. При наличии уравнений реакций и пояснения роли каждой из кислот: **6 баллов**.

(2) **3 балла** за способ.

Задача 9.

Расчёт, приводящий к щавелевой кислоте: **8 баллов**.

Если в ответе муравьиная кислота и сделано предположение, почему цифры на единицу не сходятся (хотя бы что это погрешность вычислений) — 4 балла.

Просто муравьиная кислота без пояснений — 2 балла.

Задача 10.

(1) Расчёт, приводящий к C_3H_6O — **6 баллов**.

(2) Все изомеры **6 баллов**.

При награждении учитывалась сумма баллов по всем заданиям и класс, в котором учится школьник. Итоговые оценки «v» (грамота за успешное выступление на конкурсе по химии) и «e» (балл многоборья) ставились в соответствии со следующими критериями:

класс	сумма баллов для «e»	сумма баллов для «v»
$\leqslant 5$	$\geqslant 1$	$\geqslant 2$
6	$\geqslant 1$	$\geqslant 4$
7	$\geqslant 2$	$\geqslant 4$
8	$\geqslant 3$	$\geqslant 5$
9	$\geqslant 4$	$\geqslant 9$
10	$\geqslant 5$	$\geqslant 10$
11	$\geqslant 5$	$\geqslant 10$

(Количество решённых задач в критериях награждения отдельно не учитывается, так как критерии по сумме баллов согласуются с количеством задач, которое предлагалось решить в задании.)

Статистика

Приводим статистику решаемости задач конкурса по химии. В приведённой статистике учтены все работы по химии, сданные школьниками в Московском регионе (в том числе и абсолютно нулевые). Школьники, не сдавшие работ по химии, в этой статистике не учтены.

Традиционно олимпиадные задачи по химии (в отличие, например, от математики) чаще всего носят «описательный» характер: решающему такую задачу нужно догадаться о нескольких ключевых «химических» идеях, выстроить из них «цепочку», выполнить окончательные числовые расчёты и получить ответ. Иногда условие задачи прямо ставится таким образом: составить «цепочку» реакций, перечислить изомеры и т. п. Решение таких заданий естественно оценивать в баллах (см. критерии оценок), статистика в этом случае несёт в себе существенную дополнительную информацию по выставленным баллам.

Сведения о количестве школьников по классам, получивших грамоту по химии («v»), получивших балл многоборья («e»), а также общем количестве участников конкурса по химии (сданных работ).

Класс	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	Всего
Всего	0	0	0	2	8	19	81	356	639	375	207	1687
«e»	0	0	0	0	1	4	16	56	118	64	38	297
«v»	0	0	0	0	3	5	7	31	51	54	53	204

Сведения о распределении баллов по заданиям.

Оценки «–» учтены только за задачи своего класса. Оценки «0» учтены только за задачи своего и младших классов. Остальные оценки ($\geqslant 1$) учтены во всех случаях.

Баллы	Номера заданий									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
–	181	211	763	600	1118	763	869	446	423	471
0	158	111	117	372	184	139	76	81	86	46
1	365	72	42	255	39	28	21	19	11	20
2	206	138	29	60	6	28	14	17	35	8
3	53	3	61	42	4	16	18	4	5	3
4	34	59	30	32	23	27	15	14	13	1
5	17		16	23	12	12	19	4	0	1
6	1		13	46	1	19		7	4	1
7	1		1		8	6		6	1	5
8	1		0			4		3	30	13
9			0			1		9		6

10						5		1		10
11						3		1		0
12						3		1		2
13						0		0		
14						1		0		
15						0		0		
16						0				
Всего	1017	594	1072	1430	1395	1055	1032	613	608	587

Сведения о распределении суммы баллов по классам.

Сумма	Классы											Всего
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	
0	0	0	0	2	4	10	46	186	161	76	33	518
1	e	e	e	e	e 1	e 1	12	38	134	82	29	297
2	v	v	v	v	v 2	3	e 14	45	114	44	27	249
3					1	0	2	e 13	61	34	15	126
4						v 1	v 2	43	e 44	21	12	123
5						2	3	v 14	35	e 21	e 8	83
6						1	1	5	18	17	11	53
7						1	0	4	11	10	7	33
8							0	0	10	7	4	21
9							0	3	v 10	9	8	30
10							0	0	8	v 8	v 4	20
11							0	1	7	6	7	21
12							0	0	10	4	3	17
13							0	0	2	9	4	15
14							0	0	3	3	0	6
15							0	0	2	1	5	8
16							0	0	0	1	1	2
17							0	1	2	2	2	7
18							0	2	1	0	7	10
19							0	0	0	0	0	0
20							0	0	3	0	2	5
21							0	0	2	2	6	10
22							0	0	0	3	2	5
23							1	1	0	2	1	5
24									1	1	1	3
25										2	1	3
>25										10	7	17

Знаками «e» и «v» в таблице показаны границы соответствующих критериев награждения.

КОНКУРС ПО БИОЛОГИИ

Задания

Итог подводится в сумме по всем заданиям.

1. Зачем светятся морские животные, в чём преимущества и недостатки свечения?

2. У многих животных корм молодых особей или личинок отличается от корма взрослых. Приведите как можно больше подобных примеров и объясните, с чем может быть связана эта разница в каждом случае. Приносит ли такое различие в питании пользу животным?

3. В сказке «Аленький цветочек» говорится о том, что один купец как-то решил отправиться в путь за товарами и перед отъездом спросил у дочерей, каких им хотелось бы гостинцев. Младшая любимая дочь попросила аленький цветочек — это задание оказалось невероятно трудным! После долгих поисков цветочек был обнаружен в саду богатого иностранца, но редкость и заповедность цветка стали причиной опасных приключений. Правда ли, что в наших краях дикорастущие алые (ярко-красные, а не розовые, бордовые и т. п.) цветы встречаются редко? А плоды? Чем это можно объяснить?

4. Согласно эволюционной теории Дарвина, человек произошёл от обезьяны. Но бросается в глаза, что современные обезьяны имеют волосяной покров, в отличие от человека. Придумаете, с чем связано такое «облысение» и почему всё-таки у людей остались волосы на голове.

5. Многие растения на зиму сбрасывают листву. Предположите, каким образом растения — не имеющие ни глаз, ни тепловых рецепторов, чтобы узнать, что пришла зима — «понимают», что листве пора облетать.

6. Существует множество водоёмов, которые регулярно подвергаются полному высыханию в тёплое время года. Тем не менее, эти водоёмы часто обильно заселены типично водными животными, даже рыбами. Назовите таких животных и предположите, какие приспособления могут помочь им пережить неблагоприятный сезон.

7. Известно, что сумчатые и плацентарные млекопитающие разошлись эволюционно очень давно. Однако некоторые виды очень похожи друг на друга — есть мышь и сумчатая мышь, летяга и сумчатая летяга, волк и сумчатый волк. Примеры можно множить. Как вы можете это объяснить?

8. «Отчего эти птицы на север летят, если птицам положено только на юг?» — звучит вопрос в известной песне Высоцкого. Попробуйте объяснить, почему в конце лета и осенью в северном полушарии можно наблюдать пролёт птиц, двигающихся на север.

Ответы на вопросы конкурса по биологии

Вопрос 1.

Способность испускать свет свойственна огромному числу живых организмов как растительного, так и животного мира. На сегодняшний день известно более 800 светящихся видов. Особенно многочисленны и разнообразны светящиеся животные — обитатели моря.

Это одноклеточные (например, ночесветки, часто вызывающие свечение моря), кишечнополостные (многие медузы, гидроиды, сифонофоры, морские перья), ряд гребневиков, черви, многие ракообразные, моллюски (особенно развито свечение у глубоководных кальмаров), иглокожие, оболочники. Органы свечения есть также у многих рыб, особенно глубоководных. Среди морских обитателей нет светящихся форм только среди млекопитающих.

Все светящиеся организмы можно разделить на 2 группы в зависимости от источника их свечения: те, которые светятся за счёт симбиотических бактерий, и самостоятельно светящиеся организмы. Так, например, с помощью бактерий светятся кальмары, рыбы, каракатицы, ночесветки.

Свечение вызвано биологическим приспособлением организмов к среде обитания, развившимся в процессе длительной эволюции. Оно может использоваться в разных целях.

1) Освещение.

Собственное свечение достаточно для ориентации в окружающей среде многих глубоководных животных. На больших глубинах моря оно является единственным источником света. Светящиеся рыбы и раки живут на такой глубине, куда солнечный свет не проникает. В темноте трудно различать, что делается вокруг, выслеживать добычу и вовремя ускользнуть от врага. Способность свечения облегчает им жизнь.

Например, рыба чёрный малакостеус освещает ближнее пространство красным светом, который не видят остальные обитатели глубин, в том числе и жертвы.

Описаны также случаи, когда животные светятся для того, чтобы дать свет своим фотосинтезирующим симбионтам.

2) Защита.

Свечение является действенным средством защиты. Неожиданной яркой световой вспышкой можно напугать врага или отвлечь его внимание. Многие светящиеся животные, например медузы, гребневики, некоторые раки, вспыхивают в ответ на внешние механические и другие раздражения. Чаще всего такой свет отпугивает или сбивает с толку хищников или отпугивает быстро движущихся крупных животных, способных повредить желеобразный светящийся организм (медузу, древовидную колонию полипов, гребневика) при случайном столкновении с ним.

Некоторые светящиеся рыбы держатся стаей, мешая хищнику увидеть и поймать отдельное животное.

Другой формой защиты животных является выбрасывание в случае опасности наружу светящейся слизи или «облака». Так, существуют рыбы, которые

в минуты опасности испускают облако светящегося вещества и удирают, пока ошеломлённый хищник созерцает колышущуюся иллюминацию.

Некоторые разновидности маленьких светящихся рачков в минуту опасности выбрасывают струи светящегося вещества, возникающее при этом светящееся облачко скрывает их от врага. Похожим образом маскируются глубоководные креветки и кальмары. А некоторые многощетинковые черви оставляют в зубах хищника ярко светящийся задний конец, который со временем могут отрастить вновь.

Также используется маскировка организма путём свечения его брюшной плоскости, так как на светлом фоне поверхности воды организм становится труднозаметным (рыбы *Leognathus equulus*).

3) Приманка.

Известно, что некоторых животных влечёт к свету. Поэтому и светятся медузы, оболочники, мелкие ракообразные и неподвижные мягкие кораллы, морские перья, создавая сгущение планктона вокруг себя. А активные хищники стараются превзойти друг друга в оригинальности конструкции светящихся приманок. Например, рыба-удильщик, наделённая длинным, как шнур, щупальцем «с фонариком» на конце, используют светящиеся органы для привлечения добычи. Рыба Незопелус поместила светящийся орган внутри рта: рыбёшки заплывают на свет и хищнику остаётся их лишь проглотить. Ещё лучше в этом отношении приспособились глубоководные головоногие моллюски: их изменчивый, переливчатый свет привлекает одних, устрашает других.

4) Способ коммуникации.

Свечение у некоторых животных служит средством нахождения и привлечения одного пола к другому. Например, маленький кальмар-светлячок ватазения в Японском море во время размножения встречается у поверхности массами, ярко светясь от толчков друг о друга.

Не менее важна роль биолюминесценции в поддержании связей между представителями одного вида. Несколько видов мелких рыб, относящихся к семейству светящихся анчоусов, образуют огромные смешанные стаи, но безошибочно распознают в них представителей своего вида благодаря различию в расположении и ритме свечения огненных точек на поверхности их тела. В этом случае свет великолепно заменяет яркую окраску покровов.

5) Побочный эффект.

У многих одноклеточных организмов биологическая роль свечения не ясна; полагают, что оно — побочный продукт окислительного обмена.

Есть версия, что некоторые животные используют свечение, чтобы избавиться от излишков энергии, потому что если бы энергия выделялась в виде тепла, то они могли бы перегреться.

Иногда свечение вызвано тем, что внутри животного светятся съеденные светящиеся организмы.

При подготовке ответа на этот вопрос использованы материалы сайтов:

http://nauka.relis.ru http://www.equator.ru
http://chudesa.by.ru http://slovari.yandex.ru

Вопрос 2.

В питании взрослых и молодых особей (личинок) одного вида животных зачастую наблюдаются заметные различия. Это может быть обусловлено следующими причинами.

Проживание взрослых и молодых особей в различных средах обитания. Например, головастики на поздних стадиях метаморфоза не питаются мухами и комарами (которыми питаются взрослые лягушки), ибо обитают в воде и летающие насекомые им просто недоступны.

Различное устройство ротового аппарата не позволяет личинкам и взрослым особям питаться одним кормом. Так, гусеницы бабочек с грызущим ротовым аппаратом, как правило, питаются зелёными частями растений, тогда как взрослые насекомые тех же видов, обладающие сосущим ротовым аппаратом, — нектароядные.

Часто молодые особи рождаются довольно беспомощными, неспособными находить корм самостоятельно, и нуждаются в легкоусвояемом корме с полноценным для их развития составом. Ярким примером могут служить детёныши млекопитающих, питающихся до определённого возраста исключительно молоком матери.

Как экстремальный может быть рассмотрен случай, когда молодая или взрослая особь вообще не питается. Примером могут служить личинки икромечущих рыб, существующие за счёт желточного мешка, и не потребляющие дополнительного корма, а также взрослые подёнки: продолжительность жизни этих насекомых ограничивается 1–2 сутками, главная их цель — размножение.

Такие различия в питании, независимо от факторов, их обусловливающих, несомненно приносят пользу животным. Они позволяют избежать пищевой конкуренции между взрослыми и молодыми особями одного вида, а также в ряде случаев — дать молодым особям наиболее полноценное и подходящее для молодого организма питание.

Вопрос 3.

Как заметили многие школьники, цветов алого цвета в природе не так много, как, к примеру, белых. Это связано с тем, что насекомые видят мир иначе, чем человек. У них другое цветоощущение: многие из них видят ультрафиолетовый свет, о существовании которого мы знаем только из экспериментов, но большинство не различают обыденный для нас красный цвет. Для них (например, для пчёл) он всё равно, что чёрный. Они не видят венчики таких цветов, следовательно, их не опыляют — а это самое главное, зачем растения стараются иметь яркие цветки. Именно поэтому красные цветки в средней полосе России редки. Кстати, в тропиках, где многие цветки опыляются млекопитающими или птицами, доля красных цветков значительно выше.

Если говорить о плодах красного цвета, то ситуация складывается иная, ведь главная задача для них — защитить семена от воздействий внешней среды и распространить их на как можно большую территорию. Насекомые редко являются распространителями плодов, поэтому природе выгодно, что красный

цвет они не видят, следовательно, меньше едят плоды. А вот звери, птицы, способные различать красный цвет, являются основными переносчиками семян. Съедая плоды, они переносят в своих желудках семена на большие расстояния, тем самым помогая растениям расселяться.

Среди ответов школьников часто встречалась мысль, что красный цвет — цвет опасности, он отпугивает животных. Но такая идея вряд ли применима в данной ситуации: нет смысла отпугивать потенциальных распространителей семян, также, как и опылителей от цветков. Возможно, красный цвет означает «Внимание!»

Также, школьники часто писали, что в наших краях цветов алой расцветки нет из-за того, что в прохладном климате или при недостатке солнечного тепла соответствующий краситель не образуется. Это ошибка, поскольку тогда бы не было и плодов такого цвета.

Вопрос 4.

В настоящее время на этот вопрос у учёных нет окончательного ответа, но существует ряд гипотез и предположений о возможных причинах такого различия.

Приведём основные гипотезы.

1. Шерсть утратилась для уменьшения количества паразитов. Дело в том, что паразиты шерсти, например блохи, являются зачастую переносчиками различных заболеваний. Это стало важно при групповом образе жизни, так как в этом случае болезнь одной особи влечёт заболевание или смерть всей группы. Меньше шерсти — меньше паразитов — меньше болезней — больше шансов пройти естественный отбор. Возражением против этой гипотезы является тот факт, что есть много животных, которые ведут групповой образ жизни, но при этом сохраняют шерсть.

2. Шерсть исчезла в результате естественного отбора, направленного на уменьшение запахов при переходе к жизни на земле. Здесь обитает гораздо больше хищников, которые при охоте ориентируются на запах, чем в кронах деревьев. Таким образом, хорошо удерживающая запахи шерсть была человеком утрачена.

3. В чаще леса или густой траве шерсть, цепляясь за окружающую растительность, могла существенно мешать передвижению. Очевидно, что это тоже связано с переходом к наземному образу жизни.

4. Отсутствие шерсти обеспечивает возможность активного теплообмена с окружающей средой. Кожа пронизана огромным количеством потовых желёз. Пот, испаряясь с её поверхности, охлаждает тело человека в жаркий день. Некоторые учёные считают, что такое приобретение позволило нашим древним предкам находиться днём на открытых участках местности, где они преимущественно занимались поиском пищи. При этом они стали недосягаемы для крупных ночных хищников и избавились от конкурентов.

5. При переходе к прямохождению на большую часть поверхности тела перестали попадать прямые солнечные лучи, и необходимость в шерсти как в защите

от перегрева и ультрафиолетовых лучей отпала. Согласно этой гипотезе, волосы сохранились у человека на голове, поскольку именно туда солнечные лучи попадали прямо.

6. По одной из версий в эволюции человека был этап, когда наши предки жили на берегах водоёмов: рек, озёр или мелководных лагун; вели полуводный образ жизни. Волосяной покров на большей поверхности тела мог исчезнуть при таких условиях по ряду причин: например, для увеличения обтекаемости тела или для облегчения тела при выходе из воды на берег. Факт состоит в том, что многие современные водные млекопитающие имеют очень скудный волосяной покров и развитую подкожную жировую прослойку, которая также свойственна человеку.

Что касается сохранения волос на голове, то основная идея, которую высказывали авторы большинства работ, заключалась в том, что именно голову важнее всего защитить от опасных воздействий: жары, холода, ударов. Кроме этого волосы на голове могли служить для того, чтобы за них цеплялись детеныши при их транспортировке родителями. Также волосы могли сохраниться как атрибут полового поведения — для привлечения особей противоположного пола или как индикатор здоровья организма в целом.

В работах часто встречается объяснение потери волосяного покрова из-за приобретения способности древними людьми делать себе одежду. Этот ответ является неверным, так как сразу возникает вопрос, зачем древним людям одежда, если у них есть шерсть? На изготовление одежды древние люди тратили так много усилий, что трудно представить себе возникновение этого процесса без жёсткой необходимости. К тому же известно, что «облысение» произошло задолго до того, как люди стали одеваться.

В ряде работ также указано, что волосяной покров исчез в результате отбора при обращении человека с огнём — шерсть легко воспламеняется. Сама по себе идея неплохая. Но главный вопрос заключается в данном случае в другом — зачем человеку понадобился огонь? Если предположить, что наши предки грелись у костра, то такой ответ не может быть правильным, поскольку сохранить шерсть — проще и экономичнее. Если же речь шла о приготовлении пищи, то такое объяснение может считаться более разумным, хотя на самом деле «приручать» огонь человек стал ещё позже, чем делать одежду.

Некоторые отвечающие считали, что отсутствие шерсти на теле помогало нашим предкам вырываться из лап хищников. С одной стороны, действительно, из жизненного опыта можно заключить, что за длинные волосы схватить гораздо удобнее, чем за короткие. Но с другой стороны, когда речь у наших предков шла о сохранении собственной жизни, то оставить клок шерсти в лапах хищника кажется более выгодным, чем оставить кусок кожи и мышц, тем более что главным принципом работы челюстей и лап хищника является не зажим жертвы, а зацепление за неё. Исходя из этого, такой ответ трактовался как неправильный.

Важно понять, что «облысение» человека совсем не обязательно объясняется одной причиной. Возможно, причин было несколько, и действовать они могли как вместе, так и по очереди.

Вопрос 5.

Поскольку в вопросе требовалось *предположить*, как растения могли бы узнавать, что пришла пора сбрасывать листья, положительные баллы в этом вопросе давались за любое разумное объяснение.

Вспомним, что в средней полосе со сменой времён года меняется и длина светового дня. Это один из главных факторов, который позволяет живым организмам «подстраивать» свою жизнедеятельность к времени года. Эта идея возникала во многих ответах школьников. Однако требовалось предложить, как именно растения могут определить, что длина светового дня уменьшается (это должно сигнализировать о приближении осени). Мы, конечно, не рассчитывали, что школьникам известен реальный механизм, который довольно сложен и основан на работе специальных пигментов, называемых фитохромами. Но всем хорошо известно, что одна из основных функций листьев непосредственно связана с количеством света. Поэтому логично было предположить, что растения чувствуют изменение длины светового дня, так как свет влияет на активность фотосинтеза. Например, изменение количества света может улавливаться за счёт хлорофилла или определяться по изменению количества синтезируемого сахара. Такие гипотезы составляли большинство в ответах участников и оценивались положительно.

Также многие школьники слышали о том, что существуют так называемые «биологические часы». Эти часы регулируют суточные ритмы растений, но влияют и на более длинные периоды их жизни. Как они работают — вопрос, не до конца исследованный. Но можно было придумать свои механизмы, которые позволяли бы растениям вести отсчёт времени. Например, эти «часы» могут «отсчитывать» деления клеток. Скажем, лист закладывается в виде зачатка в почке, весной разворачивается, растёт, а затем после определённого числа делений стареет и опадает. Механизмом «часов» может служить также накопление вредных или ненужных веществ в листьях — за лето их накапливается столько, что растение «понимает», что от листьев пора избавляться.

Помимо изменения длины светового дня, сигналом приближения осени может служить похолодание. Хотя растения не имеют специальных температурных рецепторов, они могут реагировать на изменение температуры на клеточном уровне. Ведь скорость всех химических процессов зависит от температуры, и химическая активность клеток с понижением температуры также снижается.

Температура воды в почве также понижается, плотность воды становится выше, всасывать её сложнее. Значит, снижается активность минерального обмена с почвой. Растения получают меньше минералов — это тоже может служить сигналом. Правда некоторые школьники писали, что растения реагируют на замерзание воды, но такое объяснение вряд ли можно считать разумным. Ведь обычно растения сбрасывают листья гораздо раньше, чем вода замерзает.

Наконец, совсем уж фантастическая, но не лишённая смысла гипотеза: растения «догадываются» о приближении осени по реакции других организмов.

Например, известно, что подавляющее большинство растений живёт в симбиозе с грибами, а некоторые и с бактериями. Эти симбионты способствуют обмену веществ с окружающей средой, и снижение их активности вследствие похолодания тоже может быть сигналом к листопаду.

Вопрос 6.

Систематически пересыхающие водоёмы населены обычно большим количеством водных организмов. В засушливый сезон, когда водоём превращается в подобие пустыни, такие животные вынуждены идти на различные ухищрения, дабы в том или ином состоянии пережить сухой период, продолжить существование и размножиться. За миллионы лет эволюции организмы, приуроченные к таким водоёмам, приобрели ряд анатомических и биологических особенностей, позволяющих им пережидать засуху.

Некоторые животные имеют счастливую возможность просто уйти, уползти, или улететь в другой водоём. Так поступают земноводные (тритоны, лягушки), водные жуки (плавунцы, водолюбы, вертячки) и клопы (гладыши, плавты, гребляки, водомерки). Некоторые рыбы также могут двигаться по суше, мигрируя в соседний водоём. Это, например, угри.

Многие рыбы могут закапываться в мягкий донный грунт, где влага сохраняется довольно долго, и находиться там в состоянии анабиоза до прихода воды. Некоторые виды (например, протоптеры), закопавшись, образуют вокруг себя слизистый кокон, который, отвердевая вместе с грязью, препятствует обезвоживанию и воздействию болезнетворных организмов. Для этих же целей слизью пользуются некоторые брюхоногие моллюски, которые образуют слизистую «пробку», закрывающую устье раковины. При этом в полости раковины может оставаться даже некоторый запас воды.

Одним из наиболее эффективных является способ выживания, к которому прибегают многие беспозвоночные и даже некоторые тропические рыбы (например, многие икромечущие карпозубые). Когда водоём уже почти высох, они нерестятся, после чего погибают. Икринки, заключённые в капсулы из засохшей слизи и грязи, могут оставаться жизнеспособными до полутора-двух лет.

Простейшие, а также, например, плоские черви планарии, образуют так называемые цисты. Это пузырьки с плотной оболочкой, внутри которых клетки могут переждать неблагоприятный период.

Возможно также, что к началу сухого сезона организм переходит от водной стадии жизни к наземной (скажем, из водной личинки вылупляется сухопутное или летающее насекомое). Оно переживает засуху, а потом, когда водоём снова наполняется, откладывает в воду яйца, из которых снова выводятся водные личинки.

Идея о том, что есть виды, которые полностью вымирают при каждом пересыхании, а потом снова заселяют водоём, когда он заполняется водой, не является прямым ответом на поставленный вопрос, так как в вопросе требовалось назвать приспособления, которые могут помочь *пережить* неблагоприятный сезон.

Вопрос 7.

Здесь возможно несколько объяснений.

Сумчатые и плацентарные в масштабе эволюции всё-таки очень близки. У них много общих генов, которые будут изменяться сходным образом. Значит отбор мог идти на основе похожих вариантов изменчивости и приводить к похожим результатам.

Кроме того, сумчатые в Австралии должны были освоить среду обитания, в целом сходную со средой обитания плацентарных млекопитающих. В этой среде имелись в наличии примерно те же экологические ниши, что и в мире плацентарных. Поэтому, приспосабливаясь к сходным условиям, животные приобретали сходный вид.

И, наконец, третье объяснение, не биологическое. Названия, которые мы сейчас используем, австралийским животным дали колонисты, которые помнили животный мир своей страны, где царили плацентарные. Всё, что хоть как-то напоминало мышь, в этих условиях обречено было назваться мышью.

Вопрос 8.

Известны факты о существовании перелётов птиц на зимовку в более северные районы. Так, белая чайка гнездится на северной окраине Евразии, а зимует севернее, там, где имеются участки открытого моря без льдов, — но реально таких примеров очень мало.

Знание о миграциях вообще позволяет предполагать аналогичные причины смещений к северу. Например, горные виды зимой смещаются с гор в долины, в том числе — в северном направлении. Шире — можно говорить о том, что любые попытки оказаться в оптимальных для видов условиях могут приводить к их перемещениям к северу. В своих ответах школьники чаще всего предполагали, что птицы смещаются туда, где больше корма, и это разумное соображение оценивалось положительно.

Также в ходе миграции общее направление перелёта может быть «к югу», но на конкретном участке птицы могут лететь на север, чтобы обогнуть препятствие или пролететь над более удобными местами для ночлега. Также маршрут перелёта может пролегать вдоль береговой линии, которая в каком-то месте может быть изогнута, что заставляет птиц делать крюк.

Возможны также ошибки в определении птицами направления перелёта, особенно среди неопытной молодёжи.

Внимательное чтение вопроса подсказывает ещё один ответ на него: то, что мы видим, ещё не обязательно есть настоящая миграция — птицы могут совершать локальные перемещения (с ночёвки на пруду — на кормёжку на ближний луг или к месту сбора перед перелётом). К тому же известно, что миграции многих птиц происходят на очень большой высоте, часто — ночью, и поэтому то, что мы наблюдаем зрительно, с большой вероятностью не является частью миграции.

В составлении вопросов для конкурса по биологии Турнира Ломоносова 2008 г. и ответов на них принимали участие: Зверева Т. О., Жаров А. А.,

Калякин М. В., Кобузева И. А., Кудрявцева Е. И., Куличенкова К. Н., Морковин А. А., Петраш Е. Г., Семеновы Ал-др Н и Андр. Н., Ступникова А. Н.

Критерии проверки и награждения.

Предложено 8 заданий, каждое задание оценивается целым неотрицательным количеством баллов.

Грамоты «за успешное выступление на конкурсе по биологии» (оценка «v») и баллы многоборья (оценка «e») присуждались в зависимости от суммы баллов и класса, в котором учится участник турнира, в соответствии с таблицей.

Класс	балл многоборья («e»)	грамота («v»)
$\leqslant 4$	$\geqslant 4$	$\geqslant 5$
5	$\geqslant 4$	$\geqslant 6$
6	$\geqslant 4$	$\geqslant 6$
7	$\geqslant 6$	$\geqslant 8$
8	$\geqslant 6$	$\geqslant 9$
9	$\geqslant 7$	$\geqslant 10$
10	$\geqslant 8$	$\geqslant 11$
11	$\geqslant 9$	$\geqslant 13$

При оценке ответов на вопросы по биологии школьники могут получить положительные баллы за правильные ответы. За неправильный ответ баллы не снижаются.

Как правило, вопросы по биологии предполагают наличие нескольких (а часто — и довольно многих) правильных ответов. За каждый правильный ответ начисляется 1 или 2 балла, в зависимости от того, насколько сложен вопрос и насколько очевиден ответ.

Бывают вопросы, на которые нет однозначно правильного ответа. В этом случае положительные баллы начисляются за любую разумную гипотезу. Из вопросов этого года ярким примером такого рода является вопрос № 4 про «облысение» людей.

Если школьник не только перечисляет идеи, являющиеся, по его мнению, ответами на вопрос, а и разумно их аргументирует, это может повышать его оценку.

В тех вопросах, где просят привести примеры, — каждый правильный пример повышает оценку на 0,5–1 балл. Важно, что примеры должны точно соответствовать поставленному вопросу. Так, при ответе на вопрос про светящихся водных животных пример «светлячок» учитываться не будет.

Также считаются за один совсем однородные примеры. Скажем, если в вопросе просят привести примеры животных, у которых личинки и взрослые особи имеют разный корм, примеры «лягушка» и «жаба» будут считаться однородными.

За каждый вопрос можно получить несколько баллов, и даже довольно много (8–10). Верхнего предела оценки не существует. К сожалению, довольно часто ребята, придумав 1 ответ на вопрос, этим и ограничиваются, получая за ответ 1–2 балла.

Объём написанного текста не влияет на оценку. Важно не сколько написал автор работы, а сколько разумных мыслей он при этом высказал и сколько правильных примеров привёл. Также не повышают оценку рассуждения на посторонние, пусть и связанные с вопросом, темы.

Статистика

Приводим статистику решаемости задач конкурса по биологии школьниками, участвовавшими в Турнире в Москве и Московском регионе[1]. Такая статистика даёт интересную дополнительную информацию о задачах (и задании конкурса по биологии в целом): насколько трудными оказались задачи, какие задачи оказались наиболее предпочтительными для школьников, и т. п.

В приведённой статистике учтены все работы по биологии, сданные школьниками в Московском регионе (в том числе и абсолютно нулевые). Школьники, не сдавшие работ по биологии, в этой статистике не учтены.

Сведения о количестве школьников по классам, получивших грамоту по биологии («v»), получивших балл многоборья («e»), а также общем количестве участников конкурса по биологии (количестве сданных работ).

Класс	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	Всего
Всего	0	1	3	37	155	531	990	1199	1112	702	737	5467
«e»	0	0	0	4	36	113	153	253	210	111	129	1009
«v»	0	0	1	10	26	113	166	204	212	145	144	1021

Сведения о распределении суммы баллов по классам.

Сумма	Классы											Всего
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	
0	0	0	0	3	23	47	47	36	13	2	12	183
1		1	1	6	27	88	119	101	64	39	33	479
2			1	9	30	88	157	131	135	59	57	667
3			0	5	13	82	121	163	134	91	62	671
4	e	e	e 0	e 4	e 21	e 72	112	156	120	71	71	627
5	v	v	v 0	v 2	15	41	115	155	125	73	68	594
6			0	3	v 3	v 35	e 91	e 108	99	55	63	457
7			0	2	7	23	62	79	e 83	56	48	360
8			0	0	6	19	v 51	66	70	e 40	50	302
9			0	0	3	13	33	v 43	57	41	e 44	234
10			0	0	0	9	21	31	v 47	30	27	165
11			0	1	2	3	14	33	36	v 27	28	144
12			0	1	2	4	10	27	25	22	30	121
13			0	1	0	0	9	12	13	14	v 29	78
14			1		0	6	10	10	17	14	18	76

[1] Мотивировку такого выбора см. в статистике конкурса по математике, стр. 69

15					0	0	4	4	17	13	13	51
16					0	0	3	8	10	9	18	48
17					1	0	4	8	6	7	12	38
18					1	0	1	4	9	6	6	27
19					0	0	2	4	6	7	8	27
20					1	0	2	2	5	3	6	19
21						0	0	3	4	2	6	15
22						0	0	1	5	3	4	13
23						0	1	4	3	4	4	16
24						0	1	0	2	3	2	8
25						1		0	1	0	3	5
> 25								10	6	11	15	42

Знаками «e» и «v» в таблице показаны границы соответствующих критериев награждения.

Сведения о распределении баллов по заданиям.

Баллы	Номера заданий							
	1	2	3	4	5	6	7	8
–	376	1532	1729	1231	868	2323	2720	2781
0	272	640	2842	2688	1693	844	1968	1924
1	1664	1284	466	1117	1475	1062	456	551
2	2195	1055	228	286	1049	696	263	158
3	628	516	109	91	231	325	38	39
4	226	265	61	34	106	129	19	9
5	69	103	18	10	31	51	1	3
6	19	39	9	5	13	24	0	0
7	10	13	2	3	2	6	0	0
8	7	11	4	3	0	5	3	3
9	2	2	0	0	0	2	0	0
10	0	4	0	0	0	0	0	0
> 10	0	4	0	0	0	1	0	0
Всего	5468	5468	5468	5468	5468	5468	5468	5468

КОНКУРС ПО ЛИНГВИСТИКЕ

Задачи

Все задания адресованы всем классам, при подведении итогов учитывается класс и достигнутые результаты по всем заданиям.

1. Дана таблица из двух столбцов, содержащая русские слова. В некоторых случаях вместо слов проставлены знаки вопроса.

точка	?
?	иногда
?	краткий
длинный	долгий
земляк	?
?	часы
территория	?
?	вечный

Задание 1. Заполните пропуски. Поясните Ваше решение.

Задание 2. Попробуйте предложить название для каждого из столбцов таблицы.

2. Даны глаголы языка кук тайорре в форме основы и в форме, обозначающей повторяющееся или длительное действие, а также их переводы на русский язык. Некоторые формы пропущены:

kal	kalal	нести
kunut	kununut	удалять, забирать
perp	perperp	покрывать
pit	pitit	держать
reek	reerek	давать
thaangk	thaathangk	лезть, взбираться
than	thanan	стоять
thuut	thuuthut	ползти
yomparr	yompomparr	становиться
waarin	waawarin	гоняться
yoongke	yooyongke	висеть
katp	?	хватать
koope	?	ждать
ngee	?	слушать
nhuuth	?	нюхать
pinirm	?	воображать
rangk	?	спрашивать
riic	?	бежать
rok	?	видеть

Задание. Заполните пропуски. Поясните Ваше решение.

Примечание. Символ *y* читается примерно как русское *й*; *ng*, *th*, *nh*, *w* — особые согласные звуки языка кук тайорре; буквосочетания *aa*, *ee*, *ii*, *oo*, *uu* обозначают долгие (двойные) гласные.

Язык кук тайо́рре относится к группе па́ма семьи па́ма-нью́нга. На нём говорит около 250 представителей народа тайорре на северо-востоке Австралии.

3. Даны предложения на русском языке и переводы отдельных слов на баскский язык.

1. Микель говорит, что отдаст деньги сестре (arreba).

2. Ициар рассказывает брату (neba) о своей сестре (ahizpa).

3. Исашкун говорит, что её сестра (ahizpa) знакома с сестрой (arreba) и братом (anaia) Альбертока.

4. Альберток — брат (anaia) Кольдо.

5. Кольдо живёт вместе с сестрой (arreba).

Задание 1. Заполните пропуски.

1. Исашкун думает, не познакомить ли своего брата (?) с Ициар.

2. Микель не верит, что Альберток — его брат (?), и утверждает, что у его сестры (?) нет братьев (?), кроме него.

Задание 2. Может ли человек по имени Кольдо приходиться сестрой Исашкун? Поясните решение.

Примечание. В баскском языке буква *h* не читается, а буква *z* читается как русское *с*.

На ба́скском языке говорят 500–600 тысяч человек во Франции и Испании и около 170 тысяч человек в Латинской Америке. Родственные связи баскского языка не установлены.

Решения задач конкурса по лингвистике

1. Все слова из левого столбца (*точка*, *длинный*, *земляк*, *территория*) имеют отношение к пространству, а слова из правого столбца (*иногда*, *краткий*, *долгий*, *часы*, *вечный*) — ко времени. При этом в одной и той же строке приводятся слова, сходные по значению:
длинный ‘большой (по размеру)’ — ср. *длинное платье*, *длинный путь* (путь, который имеет большую длину);
долгий ‘большой (по времени)’ — ср. *долгое ожидание*, *долгий путь* (путь, для прохождения которого требуется много времени).

Задание 1. (В большинстве случаев возможно несколько вариантов ответа):

точка	*миг / момент / мгновение*
кое-где / местами	иногда
короткий [1]	краткий
длинный	долгий
земляк	*современник / ровесник / сверстник*
линейка / рулетка / (санти)метр / компас [2]	часы
территория	*период / эпоха*
бесконечный / бескрайний [3]	вечный

Задание 2. «Пространство» — «время».

Комментарий. [1] Слово *короткий* может относиться не только к пространству (*короткое платье*, *короткий карандаш*), но и ко времени (*короткие сро-*

ки), но важно, что слово *краткий* по отношению к пространству употребляться не может (нельзя сказать **краткое платье*, **краткий карандаш*)[1].

[2] Ответ *линейка* лучше остальных ответов, поскольку *часы* — это наиболее привычный и часто встречающийся инструмент для измерения времени, а *линейка* — это наиболее привычный и часто встречающийся инструмент для измерения пространства. *Компас* же, строго говоря, не измеряет пространство, а указывает направление. В некоторых работах упоминался также так называемый GPS — навигационный прибор, позволяющий определять координаты объекта в пространстве.

[3] Ответ *бескрайний* несколько хуже ответа *бесконечный*, поскольку слово *бескрайний* имеет значение ‘не имеющий **видимых** пределов в пространстве’, в отличие от слова *бесконечный* ‘не имеющий пределов в пространстве’ (а слово *вечный* означает ‘не имеющий пределов во времени’).

Автор задачи И. Б. Иткин, автор решения А. Ч. Пиперски.

2. Проанализировав условие, можно выделить две группы глаголов языка кук тайорре: с кратким гласным в первом (или единственном) слоге, например, *kunut* ‘удалять’, *kal* ‘нести’; и с долгим гласным в первом слоге, например, *thaangk* ‘лезть, взбираться’, *yoongke* ‘висеть’. Способ образования формы, обозначающей повторяющееся или длительное действие, у двух этих групп глаголов разный. Если мы обозначим единичные согласные и группы согласных символом C, а гласные — V, то способы образования интересующей нас формы можно схематически представить следующим образом:

первый гласный краткий: $C_1\mathbf{V_1C_2}-\mathbf{V_1C_2}-$остаток (*k**un**-**un**-ut*)
первый гласный долгий: $\mathbf{C_1V_1}V_1-\mathbf{C_1V_1}-C_2-$остаток (***tha**a-**tha**-ngk*)

Задание:

katp	**katpatp**	хватать
koope	**kookope**	ждать
ngee	**ngeenge**	слушать
nhuuth	**nhuunhuth**	нюхать
pinirm	**pininirm**	воображать
rangk	**rangkangk**	спрашивать
riic	**riiric**	бежать
rok	**rokok**	видеть

Автор задачи П. М. Аркадьев, автор решения П. М. Аркадьев.

3. Из условия задачи следует, что в баскском языке для называния сестёр и братьев используется по два термина: *arreba* и *ahizpa* для сестёр, *anaia* и *neba* для братьев. Легко видеть, что выбор одного термина из пары определяется полом того человека, для которого устанавливается факт родства: сестра женщины

[1] Знак * («звёздочка») используется в лингвистике для указания на неправильность слова, выражения или предложения.

по имени Исашкун — *ahizpa*, а сестра мужчины по имени Альберток — *arreba*; брат женщины Ициар — *neba*, а брат Альбертока (мужчины) — *anaia*. Пользуясь текстом условия задачи и первого задания, можно установить пол четырёх персонажей: Исашкун, Ициар — женщины, Альберток, Микель — мужчины. Пол человека по имени Кольдо из условия и задания 1 не устанавливается.

Представим установленные соответствия в виде таблицы:

Пол человека	Мужской	Женский
Наименование для его/её сестры	*arreba* (предложения 1, 3)	*ahizpa* (предложения 2, 3)
Наименование для его/её брата	*anaia* (предложения 3, 4)	*neba* (предложение 2)

По имеющимся данным можно выполнить **задание 1**:

1) Исашкун думает, не познакомить ли своего брата (*neba*) с Ициар.

2) Микель не верит, что Альберток — его брат (*anaia*), и утверждает, что у его сестры (*arreba*) нет братьев (*neba*), кроме него.

Для выполнения **задания 2** требуется установить пол человека по имени Кольдо. Из предложения (5) условия видно, что наименование для сестры Кольдо (*arreba*) совпадает с наименованием для сестёр мужчин Микеля и Альбертока и не совпадает с наименованиями для сестёр женщин Ициар и Исашкун (*ahizpa*). Следовательно, Кольдо — мужчина и приходиться кому-либо сестрой не может.

Автор задачи Н. М. Шитова, автор решения Н. М. Шитова.

Критерии проверки и награждения

Решения задач оценивались в баллах следующим образом.

Задача 1.

Задание 1.
(точка) — миг / момент / мгновение [1 балл]
кое-где / местами — (иногда) [1 балл]
короткий — (краткий) [1 балл]
(земляк) — современник / ровесник / сверстник [2 балла]
линейка / рулетка / (санти)метр / компас — (часы) [1 балл]
(территория) — период / эпоха [1 балл]
бесконечный (бескрайний — чуть-чуть хуже) — (вечный) [1 балл]
(в каждой строчке достаточно указать любое подходящее слово)
Итого 8 баллов.

Задание 2. Пространство 2 балла — время 2 балла. Итого 4 балла.

Максимальное количество баллов — 12. Задача считалась решённой, если за неё получено от 10 до 12 баллов. Оценки 7–9 баллов учитывались как частичное решение.

Задача 2.

Объяснение способа образования формы, обозначающей повторяющееся или длительное действие, у двух групп глаголов — по 3 балла за каждую из двух групп, всего 6 баллов.

Каждый верно заполненный пропуск в таблице — по 1 баллу, итого 8 баллов.

Максимальное количество баллов — 14. Задача считалась решённой, если за неё получено от 10 до 14 баллов. Оценки 7–9 баллов учитывались как частичное решение.

Задача 3.

Если правильно определён пол N персонажей: $(2N - 4)$ балла, но не менее 0 баллов (т. е. 4 балла за 4 персонажей, 2 балла за 3 персонажей, 0 баллов в остальных случаях).

Если в решении объяснено, что релевантен пол человека, относительно которого называется его брат/сестра: 4 балла.

Задание 1 — по 1 баллу за каждый верный ответ (заполненный пропуск), итого 4 балла.

Задание 2 — за верно выполненное задание 2 балла.

Максимальное количество баллов — 14. Задача считалась решённой, если за неё получено от 10 до 14 баллов. Оценки 7–9 баллов учитывались как частичное решение.

Итоги конкурса по лингвистике подводились по следующим критериям.

Оценка «e» (балл многоборья) ставилась в каждом из следующих случаев:

1. в любом классе не менее 1 решённой задачи;
2. класс $\leqslant 5$ и не менее 1 частично решённой задачи;
3. класс $\leqslant 7$ и не менее 2 частично решённых задач;
4. класс $\leqslant 9$ и не менее 3 частично решённых задач.

Оценка v (грамота за успешное выступление в конкурсе по лингвистике) ставилась в каждом из следующих случаев:

1. в любом классе не менее 2 решённых задач;
2. класс $\leqslant 7$ и не менее 1 решённой задачи;
3. класс $\leqslant 8$ и наличие не менее 1 решённоё задачи и ещё не менее 1 частично решённой задачи;
4. класс $\leqslant 10$ и есть 1 решённая задача плюс 2 частично решённые задачи.

В случае, если поставлена оценка «v», оценка «e» не ставится.

Замечание. Критерии оценки каждой задачи в баллах разрабатывались из соображений удобства проверки этой задачи (как правило, простой логический шаг в решении задачи — перевод слова, построение примера и т. п. — оценивается в 1 балл, более сложный — в 2 балла, и т. д.). При этом максимальное количество баллов за каждую задачу (выбранное только из соображений удобства проверки) не характеризует сложность задачи. Поэтому и сумма баллов по всем задачам никак не характеризует успехи участника турнира, получившего эти баллы.

Статистика

Приводим статистику решаемости задач конкурса по лингвистике школьниками, участвовавшими в Турнире в Москве и Московском регионе.

В приведённой статистике учтены все работы по лингвистике, сданные школьниками в Московском регионе (в том числе и абсолютно нулевые). Школьники, не сдавшие работ по лингвистике, в этой статистике не учтены.

Сведения о количестве школьников по классам, получивших грамоту по лингвистике («v»), получивших балл многоборья («e»), а также общем количестве участников конкурса по лингвистике (количестве сданных работ).

Класс	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	Всего
Всего	0	0	1	19	129	472	858	949	1054	783	911	5176
«e»	0	0	0	0	2	0	0	51	109	90	178	430
«v»	0	0	0	0	1	9	36	26	18	40	63	193

Сведения о распределении баллов по задачам.

Номера задач	Баллы																
	–	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	Всего
1	814	992	1839	756	100	73	65	65	65	91	95	96	84	41			5176
2	715	354	392	594	732	600	522	380	225	169	103	76	59	42	63	150	5176
3	1096	427	522	948	942	588	265	154	33	31	12	62	1	18	1	76	5176

Решаемость задач по лингвистике (решёнными считались задачи с соответствующим количеством баллов, определённым критериями проверки; два неполных решения — с соответствующим количеством баллов по тем же критериям — в данной таблице условно учитывались как одна решённая задача).

Решено задач	Классы										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
0 задач	0	0	1	19	128	463	822	867	911	640	650
1 задача	0	0	0	0	1	9	32	74	125	103	196
2 задачи	0	0	0	0	0	0	4	8	17	28	56
3 задачи	0	0	0	0	0	0	0	0	1	12	9

КОНКУРС ПО ЛИТЕРАТУРЕ

Задания

Все задания адресованы школьникам всех классов. Не обязательно пытаться хоть что-нибудь сказать по каждому вопросу — лучше как можно более обстоятельно выполнить одно задание или ответить только на понятные и посильные вопросы в каждом задании.

1. *Ниже приведены два стихотворения, написанных о Великой Отечественной войне. Их авторы — поэты-фронтовики Сергей Орлов и Борис Слуцкий.*

Его зарыли в шар земной,
А был он лишь солдат,
Всего, друзья, солдат простой,
Без званий и наград.
Ему как мавзолей земля —
На миллион веков,
И Млечные Пути пылят
Вокруг него с боков.
На рыжих скатах тучи спят,
Метелицы метут,
Грома тяжёлые гремят,
Ветра разбег берут.
Давным-давно окончен бой...
Руками всех друзей
Положен парень в шар земной,
Как будто в мавзолей...

Расстреливали Ваньку-взводного
За то, что рубежа он водного
Не удержал, не устерёг.
Не выдержал. Не смог. Убёг.

Бомбардировщики бомбили
И всех до одного убили.
Убили всех до одного,
Его не тронув одного.

Он доказать не смог суду,
Что взвода общую беду
Он избежал совсем случайно.
Унёс в могилу эту тайну.

Удар в сосок, удар в висок,
И вот зарыт Иван в песок,
И даже холмик не насыпан
Над ямой, где Иван засыпан.

До речки не дойдя Днепра,
Он тихо канул в речку Лету.
Всё это сделано с утра,
Зане жара была в то лето.

Как можно полнее ответьте, чем похожи эти стихотворения (обратите внимание и на содержание, и на форму) и в чём основные различия между ними. Определите, если можете, автора каждого стихотворения.

2. *Перед вами отрывки из двух произведений великого русского писателя XIX века — реплики двух героев, потчующих гостей.*

1. Не нужно пампушек, медовиков, маковников и других пундиков; тащи нам всего барана, козу давай, меды сорокалетние! Да горелки побольше, не с выдумками горелки, с изюмом и всякими вытребеньками, а чистой, пенной горелки, чтобы играла и шипела, как бешеная.

2. Выдумали диету, лечить голодом! Что у них немецкая жидкокостная натура, так они воображают, что и с русским желудком сладят!

3. Ну, подставляй свою чарку; что, хороша горелка! А как по-латыни горелка? То-то, сынку, дурни были латынцы: они и не знали, есть ли на свете горелка.

4. У меня когда свинина, всю свинью давай на стол; баранина — всего барана тащи, гусь — всего гуся!

Назовите произведения и героев. Определите, кому какие реплики принадлежат, и поясните, почему вы так считаете. Сравните высказывания о пище (и питье) и по содержанию, и по стилю. Проявляется ли в них отношение автора к героям?

О каком из этих героев сказано: «. . . подтвердил это делом: он опрокинул половину бараньего бока к себе на тарелку, съел всё, обгрыз, обсосал до последней косточки»*? Почему вы так думаете?*

Назовите как можно больше произведений, в которых сообщается, что и как едят герои, что они говорят о еде. Зачем, по-вашему, это нужно писателям? (Рассмотрите каждый случай отдельно).

3. *В телевизионном конкурсе школьников — знатоков русского языка в качестве домашнего задания командам было предложено переделать в драму и разыграть одну из известных басен. Вот фрагмент этой «драмы».*

Повар: Слышишь ли ты меня, несчастное животное? Я уже 33 года служу поваром и ни разу не видывал никого, кто бы вёл себя так бесстыже! Остановись немедленно! Ты слышишь меня? *Запрокидывает голову кверху.* О, как я несчастен! За что я, честный повар, должен терпеть это? *Кот уходит, но Повар этого не видит.* Кот, пожалуйста. . . *Повар замечает, что кот ушёл.* Ты что, ушёл??

О времена, о нравы! Ключи мои, ключи! Карету мне, карету! О боже, кончено, я гибну, Донна Анна! Ужасный век, ужасные сердца! О кошки, порожденья крокодилов! *Достаёт пистолет, стреляет в висок, падает.*

Автор: *(выходит на передний план)* Это всё только бестолковая драма, я никогда и двух стихов не написал. Но видели ли вы когда-нибудь такое несчастие и такую наглость? Нет, потому что, увидев это, жить дальше нельзя! *Поднимает пистолет и стреляет в висок.*

Какая басня подверглась переделке? Цитаты из каких произведений каких авторов использованы создателями новой «драмы»? Есть ли среди этих цитат взятые из драм?

Что такое драма? Что такое басня? В чём смысл перевода из одного жанра в другой?

Сочините свою коротенькую басню (можно в прозе).

4. *Герой романа Татьяны Толстой «Кысь» очень гордился тем, что навёл порядок в библиотеке. Вот фрагменты той расстановки книг, которую он предложил:*

1. «Красное и чёрное», «Голубая чашка», «Аленький цветочек», «Белый Бим — Чёрное ухо», Андрей Белый, «Багровый остров», «Черноморское пароходство. Расписание», Саша Чёрный;

2. «Муму», «Татарский женский костюм», «Бубулина — народная героиня Греции», «Бибигон», «Дадаисты. Каталог выставки», «Мимикрия у рыб», Чавчавадзе;

3. Мухина, Шершеневич, Жуков, Шмелёв, Тараканова, Зайцев, Медведев, Львов, Лиснянская, Орлов, Соколов, Сорокин, Гусев, Курочкин, Соловьёв-Седой;

4. Цветков, Розов, Розанов, Вишневский, Яблочкина, Корнейчук, Луговской, Полевой, Степняк-Кравчинский, Степун;

5. Глазков, Бровман, Ушинский, Лобачевский, Языков, Шейнин, Бородулин, Грудинина, Пузиков, Телешов, Хвостенко;

6. «Волки и овцы», «Коварство и любовь», «Отцы и дети», «Живые и мёртвые», «Война и мир», «Преступление и наказание».

По какому принципу герой расставил книги? Если можете, укажите авторов названных книг. На какую полку попадут Заболоцкий, Лебедев-Кумач, Носов, «Принц и нищий», Гоголь, «Алые паруса», «Белый пароход», Волков, Пастернак, Цветаева, «Толстый и тонкий»?

Заполните полку: «Медный всадник», «Князь Серебряный», . . .

Ответы и комментарии к заданиям конкурса по литературе

Задание 1.

Стихотворение «Его зарыли в шар земной. . . » написал Сергей Орлов, «Расстреливали Ваньку-взводного. . . » — Борис Слуцкий.

Сходство этих стихотворений очевидно.

Оба стихотворения говорят нам о трудности, кошмаре и ужасающем горе войны. (Яна Мельникова, 8 кл, центр образования № 1296, г. Москва) В обоих стихотворениях солдаты, которых хоронили, были простыми, обыкновенными бойцами, без каких-либо «званий и наград». Схож размер стиха: в обоих стихотворениях ямб. (Леонид Гарницкий, 9 кл., гимназия № 1544, г. Москва)

Авторам обоих стихотворений не очень важны те, кто вершил судьбы солдат (у Орлова «его зарыли», «положен парень», у Слуцкого — «расстреливали», «удар в сосок, удар в висок, и вот зарыт Иван», «холмик не насыпан», «сделано с утра»), употребляется пассивный залог. Главное для этих поэтов — показать своего героя, его судьбу, его самого — обобщённого или конкретного. (Анна Петухова, 11 кл., центр образования № 1883, г. Москва)

Многие хорошо сформулировали и самые явные отличия.

Сергей Орлов пишет о солдате, умершем в бою, первое стихотворение более величественное. Обычного солдата автор возвышает над остальным миром. Это показано даже в том, что окружает погибшего: Млечный путь, тучи, метелицы,

ветра. И если обычно пишут о том, что умершего будет окружать обычная жизнь, то этого солдата окружают стихии, неподвластные человеку. И положен солдат не в землю, а в шар земной, который будет ему не могилой, а мавзолеем.

Второе стихотворение рассказывает о солдате, который не смог доказать свою невиновность. Стихотворение написано не таким возвышенным языком, как первое, используются разговорные слова (не Иван, а Ванька). В отличие от солдата первого стихотворения, Иван будет зарыт в обычный песок, над его могилой не насыплют даже холмик, а сам он канет в Лету (первому солдату земля будет мавзолеем «на миллион веков»). (Анита Демидова, 9 кл., школа № 1246, г. Москва)

Оба этих стихотворения рассказывают историю солдата, но история первого — история погибшего в бою, а история второго — история расстрелянного за трусость. Причём непонятно, справедливо его расстреляли или нет, потому что сначала автор пишет: «Не выдержал. Не смог. Убёг.», а дальше: «Что взвода общую беду он избежал совсем случайно». Хотя, скорее всего, он действительно нарушил устав, сбежал.

Оба этих стихотворения — о погибших солдатах, но настроения совсем разные. В первом чувствуется, что этот солдат, хоть он «без званий и наград» — герой, появляется чувство гордости оттого, что он погиб за Родину. Чувствуется грусть автора, даже нежность к погибшему солдату, да и не только к нему, но и ко всем простым ребятам, вот так же погибшим в войну. «Положен парень в шар земной» — это значит, что весь мир помнит этих солдат, что люди благодарны им за то, что они помогли сохранить его, чтобы он стал таким, какой он сейчас.

Ваньку же взводного, наоборот, никто не помнит («Он тихо канул в речку Лету»)... (Александра Красовская, 8 кл., ИНТЛ)

Но основные различия, я думаю, в том, что первое стихотворение рассказывает нам не о конкретном солдате, а об образе всех тех погибших солдат, отдавших жизнь за Родину. Возможно второе стихотворение рассказывает нам о нём же, но поэт, написавший второе стихотворение, использует конкретику, говоря имя солдата, ситуацию и описывает его смерть. (Полина Мерцалова, 6 кл., школа «Интеллектуал», г. Москва)

Очень показательно то, что упоминаний о ВОВ нет, пространственных, временных указаний на неё нет (в отличие от второго стиха). Человек, не знающий автора, вряд ли сразу поймёт, какое время имеется в виду, оно бесконечно в космическом пространстве. И понятие войны становится ещё более масштабным: любая война жестока, и любая война не должна быть забыта.

Во втором стихотворении мы можем точно понять, когда и где происходило действие: лето 1943, Днепр. Этого нет в предыдущем стихотворении. (Дана Аесаиаулова, 11 кл., гимназия № 1514, г. Москва)

Смысл стихотворения в том, чтобы указать читателю, что о подвиге солдата помнит вся земля, ставшая ему мавзолеем, естественной гробницей и памятником, причём ставшая просто, без вопросов, на веки вечные, как бы сразу и до конца осознав всю важность подвига этого парня. Тот подвиг был велик, он стоит наравне с силами природы: с «ветрами», «метелью», «тучами» и звёздами, и эти силы воспринимают его как равного. И мы, читатели, люди, не должны

забывать того героя, которому благоволит сама природа, которому вся «земля — мавзолей». Колоссален подвиг, и колоссален масштаб памяти о нём. Несмотря на свою тематику, стихотворение имеет мажорный настрой.

Второе стихотворение отличается от первого уже по настроению — оно печальное, подчёркивающее бренность и бесценок человеческой жизни. (Людмила Антонова, 10 кл., гимназия № 1514, г. Москва)

Но если в понимании первого стихотворения участники конкурса едины, то второе вызвало серьёзные разногласия. Многие сочли, что Слуцкий рассказал о предателе и дезертире, справедливо наказанном и вызывающем презрение и у поэта, и у читателей. Другие увидели в стихотворении Слуцкого лишь сухость и равнодушие.

. . . Не чувствуется даже жалости к расстрелянному солдату. Стихотворение не заполнено никакими чувствами, оно выглядит, как сухая констатация факта, и у читателя это не вызывает никаких чувств: было и было. Автор даже не осуждает солдата. (Александра Красовская)

Третьи сумели почувствовать за подчёркнуто нейтральной интонацией трагедию. (Это при том, что из стихотворения действительно непонятно, «убёг» ли Ванька-взводный или случайно избежал общей судьбы).

В стихотворении Бориса Слуцкого персонажа казнит государство. Несчастный боец сражался за государство, и по счастливой случайности остался жив при взрыве, хотя остальные солдаты погибли. Но эта случайность обернулась для него погибелью и позором. Его обвинили в измене, в том что он струсил. Его, который сражался, бился за свою родину. . .

Действовал принцип; если ты не умер со всеми — предатель, трус; если умер — то ты просто сделал свой долг. (Екатерина Трохина, 8 кл., центр образования № 548, г. Москва)

По сути его (Ваньку) убивают за то, что он уцелел. (Мария Фролович, 10 кл, гимназия, г. Новозыбков Брянской области).

Признаюсь, когда я читала это стихотворение, я сначала думала о «Ваньке-взводном» без сочувствия и сожаления. Но потом автор показывает читателю, что этот солдат отнюдь не бессердечный предатель и нет никакого права считать его таковым. Да, по счастливой случайности он избежал смерти от пуль врага, суд посчитал это предательством.

Автор заканчивает стихотворение обыденными строками, описывающими погоду, подчёркивая несправедливость расстрела Ивана. Теперь все будут думать о нём, как о предателе, а потом и вовсе забудут. Имя его опозорено, памяти и уважения ему не будет. А разве хотел он такой судьбы и такого имени?

Это стихотворение можно назвать уникальным. Редко где встретишь понимание трагедии таких людей. (Мария Давыдова, 10 класс, центр образования № 1296, г. Москва)

Во второй строфе Б. Слуцкий показывает всю безысходность положения солдата. Ведь «убили всех до одного, его не тронув одного» (автор использует омоформы). И даже тайну Ваньке пришлось унести с собой в могилу, ведь не

осталось больше его товарищей, которым бы он рассказал обо всём, хотя кто бы его стал слушать!

В предпоследней строфе мы видим всю спешку судопроизводства, также как и всю его нелепость. «Даже холмик не насыпан» — вот как торопились! (Дарья Гладких, 11 кл., школа № 5 г. Шебекино Белгородской обл.)

В стихотворении «Расстреливали Ваньку-взводного» показана судьба солдата, который не был убит в бою, «взвода общую беду... избежал совсем случайно», но суд посчитал его изменником, ведь он «убёг» — сходно с поведением Николая Ростова в первом его сражении. (Маргарита Лихошерстова, 11 кл., ИНТ, Белгородская область)

Рассуждения об общем смысле стихотворений в удачных работах сопровождаются интересными наблюдениями над лексикой, интонацией, стилем.

Одна юная участница конкурса составила такую табличку.

Признанный герой	— Отвергнутый
В основном настоящее время	— Прошедшее
Речь	— История
Нет имени	— Иван
Что случилось после его смерти и как его помнят	— Вся история смерти

(София Азбарова, 8 кл., школа № 192, г. Москва)

Первый стих больше похож на оду — второй же — на горькую историю загубленной жизни. (Яна Матвеева)

Стихотворения разные и по стилю: первое написано более красивым языком, рифмы подобраны более точно; второе написано более простым языком, как будто рассказывает другой простой солдат. Первое стихотворение насыщено метафорами («Млечные пути пылят», «Тучи спят...», «Положен парень в шар земной», «Ветра разбег берут»), а во втором их вовсе нет. (Александра Красовская)

Слово «друзья» употребляется дважды, причём сначала как обращение к читателям («Всего, друзья, солдат простой...»), а потом поэт как бы делает своего читателя участником описываемых событий, так как те же друзья хоронят солдата («Руками всех друзей положен парень в шар земной»). (Анна Петухова)

«Друзья» есть и в первой части и в третьей, и смысл у них разный, в первой — это молодое поколение, не знающее войны, в третьей — это боевые товарищи солдата, которые похоронили его после боя. (Дана Аесаиаулова, 11 кл., гимназия № 1514, г. Москва)

... присутствуют и фольклорные мотивы: «давным-давно» (похоже на сказочный зачин), «метелицы метут» (намеренный повтор). (Вероника Юрченко, 11 кл., школа «Интеллектуал», г. Москва)

В отличие от первого стихотворения, автор делает солдата ближе к читателю, наделив его именем: Ванька. (Виктория Привалова, 10 кл., школа № 9, г. Новозыбков Брянской обл.)

Второй автор пишет проще. Автор сближает нас с героем, называя его имя и подробно описывая то, что с ним случилось. Без обобщений, только повествование. (Никита Ульянов, 10 кл., СМУН, г. Самара)

И даже последнее четверостишие, начинаясь с мифологического образа реки Леты, заканчивается совершенно бытовой фразой про утро, лето и жару. (Евгения Авилова, 11 кл., гимназия № 1514, г. Москва)

В первом стихотворении автор использует стилистически приподнятые слова, инверсию. Автор описывает такое обычное (для военного времени) событие, как смерть простого солдата «без званий и наград», как нечто, имеющее огромное значение. Для него смерть этого человека — исчезновение целого мира. Автору важно, что тело этого солдата будет лежать в земле «миллион веков». Он зарыт не просто в землю, а в «шар земной», его хоронят не просто какие-то люди, а «все друзья». Вокруг него — вся вселенная («Млечные Пути пылят»). В описании автора первого стихотворения этот погибший солдат — центр мироздания.

Во втором же стихотворении автор использует стилистически сниженные слова и выражения. Смерть Ивана — совсем не значительное событие:

И даже холмик не насыпан
Над ямой, где Иван засыпан.

Иван — самый обычный человек с присущими ему слабостями: «Не выдержал. Не смог. Убёг.» (Алина Прудникова, 10 кл., гимназия № 1567, г. Москва)

Слуцкий рассматривает здесь трагедию одного человека, в отличие от Орлова, но в то же время его судьба — смерть в забвении — схожа с судьбой тысяч других солдат.

Слуцкий не даёт чёткого описания местности, но указывает чёткое географическое место — реку Днепр, сравнивая его с рекой забвения — Летой, упоминающейся в античной мифологии, и указывая помимо места — время года. Имея схожую военную тему, стихотворения наполнены разными чувствами боли. В первом — это скорбь душевная по всем погибшим людям, у которых были несбывшиеся мечты, друзья и своя жизнь. Во втором ощущается не только душевная, но и физическая боль, передающаяся через описание гибели взвода и расстрела Ваньки. (Ирина Елизарова, 11 кл., центр образования № 654, г. Москва)

Особенно интересными оказались попытки осмыслить «простоту» стихотворения Слуцкого как особенность поэтики. Самые тонкие участники конкурса понимают, что выразительны могут быть не только метафоры, но и их отсутствие, просторечия, неправильности, грамматические ошибки, бедные рифмы и упрощённый синтаксис.

Очень ценны также некоторые наблюдения над ритмом и рифмой.

Лишённое метафоричности стихотворение Слуцкого производит на читателя особое впечатление с помощью игры слов, рефренов и звуковых особенностей: «бомбардировщики бомбили», «не насыпан — засыпан», «удар — удар». (Ирина Елизарова).

Во втором мы видим несколько несочетаемых словосочетаний (тавтология, но как ещё назвать?), вроде «избежал беду», «не устерёг рубежа»; здесь есть много просторечных слов: «убёг», «совсем случайно». Можно заметить во второй

и четвёртой строфе вроде бы недопустимые рифмы: «одного — одного» и «насыпан — засыпан». (Любовь Федотова, 9 кл., школа № 179, г. Москва)

Первое стихотворение написано напевным стихом (т. к. границы синтаксических единиц в этом стихотворении совпадают с границами ритмических), второе же — говорным, т. к. есть внутристиховые паузы. (Алина Прудникова)

Напевный, протяжный ритм, парная рифма (два раза вместо рифмы даже стоят одинаковые или почти идентичные слова) создают сходство с народной песней. Этот же эффект создают и имя главного героя — Ванька, Иван, и такой приём, как употребление просторечий. Вообще язык здесь очень простой, совсем разговорный. Автор часто использует повторения слов — убили, одного, удар, речка. (Дарья Скоробогатова, 11 кл., центр образования «Пятьдесят седьмая школа», г. Москва)

В первом стихотворении для поддержания торжественного ритма происходит чередование количеств стоп (4–3), а второе в этом отношении более монотонно, оно создаёт картину бытового явления, которое вступает в противоречие с трагическим содержанием. Первое дано единой песнью и имеет кольцевую структуру, второе разделено на четверостишия, которые суть своего рода главы в этой «повести». (Людмила Антонова, 10 кл., гимназия № 1514, г. Москва)

Пиррихий в первой же строфе второго произведения настраивает читателя на разговорную речь и, следовательно, обыденную историю. Немалую роль играет звукопись: «Бомбардировщики бомбили». Нарочитая концентрация взрывных губных «б» и «м» проявляются в воображении в яростную, напористую атаку. «И даже холмик не насыпан // Над ямой, где Иван засыпан», — здесь скопление глухих, шипящих и повторяющийся «а» создают ощущение пустоты, пронизывающего ветра и степной глади. (Анна Ладченкова, 11 кл., школа № 3)

Завершим обзор удачных работ о стихотворениях поэтов-фронтовиков замечаниями о последней строфе второго стихотворения.

Необычна концовка. Упоминание мифической реки под названием Лета заметно диссонирует с остальным стихотворением. Рифма меняется с парной на перекрёстную, меняется интонация, и перед нами встаёт картина жаркого, знойного летнего дня, свежезасыпанной песчаной могилы, и звучит всё это спокойно, тихо и печально. (Дарья Скоробогатова)

Одного, одного, одного — трижды, как эхо повторяется это слово. Бой не выходит за свои рамки, не становится боем сил природы, но чувство одиночества становится тотальным, из одной точки расходящимися повсюду: в сердце читателя, в душу автора.

Как после страшного пожара, мирно тлеют мрачные его знаки — чёрные угли, так и последняя строфа этого напряжённого произведения оказывается как будто спокойной. (Максим Юдов, 10 кл., гимназия № 1514, г. Москва)

Весь пафос, весь смысл и трагизм стихотворения заключён в строке «он тихо канул в речку Лету», а ничтожность жизни солдата в глазах тогдашнего руководства лишь подчёркивается тем, что после слов о его смерти следует описание погоды, жары, из-за которой казнь была совершена утром. «Жизнь человека не стоила ничего» — вот что хотел сказать автор. (Людмила Антонова)

Затем автор обращается к сниженному пафосу, упоминая о «речке Лете». В последних двух строках автор пишет о событиях (утро, жара), лишь косвенно относящихся к судьбе Ваньки-взводного: таким образом настроение ещё более снижается, как будто автор подчёркивает некую обыденность произошедшего: люди становятся машинами для убийства (о чём опять же писал Толстой в «Войне и мире», например в эпизоде с гибелью Платона Каратаева или убийстве одного русского человека). (Вероника Юрченко)

... простой рассказ в натуралистических тонах и с горькой иронией (До речки не дойдя Днепра, он тихо канул в речку Лету). (Геннадий Андреев, 11 кл., школа «Интеллектуал», г. Москва)

Особого внимания заслуживает 5-й катрен. Отличающаяся от предыдущих четверостиший перекрёстная рифмовка заставляет обратить внимание на этот фрагмент. Сопоставление двух речек — Днепра и мифической Леты — показывает взаимосвязь бытия и небытия. Неожиданное «зане» приближает стихотворение к летописи. (Анна Ладченкова)

Если в первом рифма везде перекрёстная, то во втором в большей части повествования она парная, а в последнем четверостишье становится перекрёстной — ставится философско-нравственная точка. (Людмила Антонова)

Задание 2.

Первая и третья реплики принадлежат Тарасу Бульбе, герою одноимённой повести Н. В. Гоголя, вторая и четвёртая — Собакевичу, персонажу поэмы «Мёртвые души»; о нём же говорится и в последнем фрагменте. Сходство очевидно: оба говорящих требуют на стол «всего барана», оба противопоставляют русскому размаху неправильные представления других народов — «дурней латынцев» или «немецкой жидкокостной натуры». Литературовед Ю. В. Манн, в монографии которого «Поэтика Гоголя» сопоставлены и проанализированы приведённые в задании отрывки, писал: «Мы приходим к парадоксальному выводу: в описании Собакевича применены те же детали пиршественного образа, что и в описании Бульбы». И тем не менее многие участники конкурса сумели не только правильно назвать произведения и персонажей, но и удачно прокомментировать своё решение.

Оба героя говорят, чтобы ставили на стол всего, да побольше, но при этом у Тараса реплика вызвана удальством, радостным известием (приездом сыновей). (Денис Гордеев, 11 кл., школа № 1256, Москва)

За словами Бульбы стоит скрытая радость, что сыновья вернулись. (Щербин Алексей, 11 кл., школа № 2, г. Трубчевск Брянской обл.).

Характер героя — темпераментный, сильный, хлебосол, страстный, горячий человек, у которого «всё горит». Горилка пенится — бурное выражение радости. Чисто украинское застолье, от души приготовленная еда, щедрость (коза, баран) — всё это напоминает мне Тараса. Сыновья Тараса обучались латыни — потому я и догадалась. «Сынку» — сын по-украински. (Яна Черновская, 10 кл., школа № 1, г. Апатиты Мурманской обл.).

Гоголь относится к первому герою как к истинному казаку, казак обязательно должен любить горелку. (Дмитрий Логвиненко, 7 кл., школа № 39, г. Севастополь).

Собакевич — угрюмый, грубый и невежественный помещик, в каждом слове которого проявляется его тяжёлый нрав. Даже потчуя гостя, он продолжает ругаться и ворчать. (Софья Буздык, 11 кл., лицей № 1, г. Брянск).

В данных репликах проявляется скорее не отношение автора к героям, а характеры самих героев: в перечислении еды из уст Тараса Бульбы есть что-то широкое, удалое, раздольное; сама жизнь его, как та горилка, «играет и пенится, как бешеная», и в этом удалом светлом раздолье видно расположение автора к герою.

Желание же Собакевича поставить на стол целого «гуся, свинью, барана» лишний раз подчёркивает его твёрдую позицию (во всём в жизни), какую-то неуклюжесть, приземистость, необычайную грубую прочность (опять же, во всём). На нерасположение автора к Собакевичу указывает фрагмент, где он «... опрокинул половину бараньего бока...». То, что он «всё обгрыз, обсосал до последней косточки», наводит на мысль о его совсем грубой, почти звериной натуре. (Людмила Антонова, 10 кл., гимназия № 1514, г. Москва)

В этой фразе тоже видна несдержанность героя, его приверженность к материальному, к тому же фраза «обгрыз, обсосал до последней косточки» вызывает ассоциации с животным, для которого еда — основа жизни.

Даже в таких коротких цитатах автор смог передать своё отношение к персонажам — если Тарас Бульба располагает к себе, то Собакевич вызывает брезгливость и неприязнь. (Ольга Гавриш, 10 кл., школа № 200, г. Москва)

И Бульба, и Собакевич считают, еды на столе должно быть много, однако если Тарас требует большого количества еды потому, что это соответствует его широте души, Собакевич ест много, чтобы утолить голод. Таким образом представленное высказывание относится к Собакевичу — это видно по его манере еды — он ест жадно, грубо, ничего не оставляя на тарелке. (Яна Матвеева, 11 кл., центр образования № 654, г. Москва)

В этих высказываниях проявляется отношение автора к героям, так как в Тарасе он видит народный разгул, а в Собакевиче — излишнюю жадность и чрезмерный аппетит. (Ксения Ластушкина, 10 кл., лицей № 52, г. Рязань)

Вторая часть задания оказалась под силу не только старшеклассникам.

1. Н. В. Гоголь, «Ночь перед Рождеством»
2. Тургенев «Записки охотника»
3. А. С. Пушкин «Сказки»
4. А. С. Грин «Алые паруса»
5. Ж. Верн «Таинственный остров»
6. И. А. Крылов «Демьянова уха»

Везде разное предназначение описания еды, приёма пищи и разговоров о еде. Например: В (1) это даёт описание украинской кухни, отношение украинцев к еде. Во 2-ом примере Тургенев применяет этот приём для того, чтобы раскрыть характер персонажа, дать описание деревенского быта. В (3) дано описание пиров, богатства, бедности, быта, нравов, отношений. В (4) Грин показывает гру-

бость и толстокожесть жителей Каперны, бедность семьи Асоль. В (5) Ж. Верн описывает жизнь и быт колонистов. В (6) Крылов показывает отношение к этой ухе двух соседей, отношение их друг к другу, их характеры. (Ирина Костенко, 6 кл., школа «Интеллектуал», г. Москва)

В произведении Лермонтова «Песня про купца Калашникова» описывается царский пир. Царская чаша с вином была символом дружбы и подчинения царю его подданных. Кирибеевич не пьёт этого вина, чем провоцирует царский гнев. (Ирина Костенко, 7 кл., гимназия № 4, г. Курск).

«Дюймовочка» — Г. Х. Андерсен хотел показать, что Дюймовочка очень мало ест и до какой же степени жаден крот. Поэтому он описывает, как Дюймовочка съела ползернышка. (Татьяна Авдеева, 9 кл., центра образования № 548, г. Москва)

Чаще всего участники конкурса писали о произведениях русской классической литературы.

Очень много о еде писал Гоголь, например, в «Старосветских помещиках». Там с невероятной точностью и детальностью описаны блюда. Любовь, собственно, и выражается отчасти в этих блюдах. (Екатерина Зорич, 11 кл., центр образования «Пятьдесят седьмая школа», г. Москва)

Очень много внимания еде уделено в «Старосветских помещиках»: и описание плодовых деревьев, и нескончаемых запасов П. И. в кладовой, и непосредственно обед с огромным количеством домашних блюд. Здесь еда — одна из составляющих рая.

Целой отдельной характеристикой героев еда является в поэме «Мёртвые души». Про обед у Собакевича упомянуто выше. За обедом у Манилова у младшего хозяйского сына «обе щеки лоснились жиром», когда он «грыз баранью кость». Какое-то звериное описание трапезы, не совсем похожее на человеческое.

Вся еда Плюшкина состоит из засохшего кулича, что тоже его очень ярко характеризует. Кулич — кушанье, приготовляемое на Пасху. Плюшкин засушил кулич, как засушил свою душу. (Людмила Антонова, 10 кл., гимназия № 1514, г. Москва)

Часто писатели используют описания трапез для изображения контрастов (еда в армии и шикарный стол на обеде в честь Багратиона в «Войне и мире»). У Пушкина описание трапезы заявлено уже в названии «Пир во время чумы», с помощью описаний трапез читатель более глубоко погружается в жизнь Евгения Онегина в одноимённом произведении.

В «Ночи перед Рождеством» и в «Сорочинской ярмарке» Гоголь очень ярко описывает кулинарные пристрастия жителей Малороссии, что позволяет погрузиться в быт, составить своё впечатление о жизни героев произведений. (Анастасия Михайлова, 11 кл., школа № 237, г. Москва)

Г. Р. Державин в одну из од, нарушая традиции классицизма, вводит описание еды, что считается новаторством в творчестве этого поэта. (Ульяна Федорцова, 11 кл., Суземская школа № 1 Суземского района Брянской области)

Феврония из «Петра и Февронии Муромских» собирает крошки хлеба в ладонь, но делает это не от жадности, а от своей набожности. (Яна Матвеева,

11 кл., центр образования № 654, г. Москва)

В «Евгении Онегине» описывается, что ел высший свет Петербурга и что — скромные помещики Ларины. В «Толстом и тонком» написано, какой едой пахло от героев. Подробно описываются трапезы Обломова, нашедшего сытый приют у Пшеницыной. На мой взгляд, это необходимо писателям для того, чтобы описать быт различных групп населения, социальное положение и характеры героев. (Александр Алябухов, 10 кл., школа № 84, г. Самара)

В стихотворениях Пушкина часто возникает мотив дружеской пирушки, раскрывающий единение лицейского братства. Пища и вино в них — проявление склонности к эпикурейству. (Анна Ренард, 11 кл., гимназия № 1543, г. Москва)

«Обломов» (Гончаров) — Обломов у своей возлюбленной пьёт чай и набирает себе много печенья (этим подчёркивается его неловкость и стеснительность).

«Крыжовник» — Чехов показывает, как растение, пища «подчиняет» себе человека, который при этом теряет человеческий облик и становится похожим на свинью.

«Демьянова уха» — басня, где еда символизирует навязчивость хозяина. (Мария Марковская, 11 кл., школа № 1 г. Раменское Московской обл.)

Есть интересные наблюдения над русской литературой XX века.

У Ю. Левитанского есть стихотворение «Воспоминание о сале». Это стихотворение о том, как в Великую Отечественную войну, зимой, когда пора уже было отступать, он с солдатами в окопе ел сало. Быстро, торопясь. Сало было розовое и веснушчатое, «как младенец», говорится в стихотворении. Это странное сравнение сала с ребёнком контрастирует с жестокостью и кровавостью войны. (Наталья Константинова, 10 кл., школа № 10, г. Брянск).

Впечатляет то, как образ еды раскрывается у «лагерных» писателей XX века, демонстрируя через взгляд на пищу героев, голодных и измученных, их трагическое представление о мире (Шаламов, «Колымские рассказы»). В «Верном Руслане» Вадимова — образ всплывающей в сознании пса колбасы; гастрономические мотивы, мысли Шарика о желанной еде в «Собачьем сердце» Булгакова. (Анна Ренард)

В «Собачьем сердце» Шариков определяет людей по тому, что они едят. (Екатерина Иванчик, 11 кл., школа № 1, г. Стародуб Брянской области)

И наконец, многие участники конкурса продемонстрировали хорошее знание зарубежной литературы и понимание того, какие функции в произведениях разных эпох может выполнять описание еды.

Во многих произведениях Чарльза Диккенса («Давид Копперфилд», «Оливер Твист») пища в разные периоды жизни героя необходима, чтобы показать его переход из одной социальной группы в другую. Так, ребёнком Давид ест просроченные пирожные или хлеб, а став взрослым молодым человеком с хорошим достатком, задаёт званые обеды с большим количеством вкусных блюд. Тот же приём используется, например, в произведении Марка Твена «Принц и нищий» — как различны трапезы в королевских покоях и в бедных лондонских кварталах.

Часто еда или напитки играют довольно важную роль в сюжетной линии произведений или в системе образов — например, в «Вине из одуванчиков» и «Алисе в Стране чудес». (Яна Матвеева, 11 кл.)

«Айвенго» — здесь пир показан как непременный атрибут любых переговоров. (Данила Пушной, 8 кл., школа села Старый Кривец Новозыбковского района Брянской области)

В «Дон-Кихоте» Сервантеса граф и графиня, которых встретили Дон Кихот и Санчо Панса, устроили им шикарный ужин в честь его рыцарского звания. Дон Кихот был умилён, а граф и графиня смеялись над ним. (Анастасия Луговая, 9 кл., школа № 36, г. Брянск)

Часто трапеза используется, когда автор, описывая две параллельные жизни, с помощью описания еды показывает контраст между жизнью одного и жизнью другого персонажа. Пример: Марк Твен, «Принц и нищий», или Шарль де Костер, «Легенда об Уленшпигеле». В «Легенде» Костер постоянно описывает еду: простые люди, у которых мало денег, едят бобы, и женщины постоянно придумывают из них новые блюда, чтобы один и тот же продукт не надоел их мужьям. Тут же на страницах книги описывается обед во дворце у знатного, богатого человека: разнообразие и количество блюд поражает воображение. Разумеется, у изображений еды есть и другие цели, например, передать колорит, настроение, быт и традиции времени и народа. В «Легенде» самым ярким персонажем, связанным с едой, несомненно является Ламли Гудзак, и из его уст мы можем узнать всё о еде во Фландрии и вообще в Европе в эпоху Средневековья. Среди множества описаний еды для того, чтобы показать одновременно традиции и контраст между едой разных людей, можно выделить ещё произведение Вальтера Скотта «Айвенго», где особенно запоминается глава, в которой рассказывается об ужине в замке отца леди Ровенны, и известную книгу Марка Твена «Янки при дворе короля Артура», где автор рассказывает скорее всего частично вымышленные, но очень яркие особенности обычаев, этикета и собственно кухни VI века.

Очень во многих произведениях можно встретить красочные и подробные описания кухни, традиций и т. д., и каждый раз автор использует их для более точной передачи своей мысли, как Марк Твен для отражения неравенства между разными слоями общества, Шарль де Костер для отражения быта, обычаев и опять же социального неравенства или как И. Ильф и Е. Петров для ещё одной насмешки над недоступностью пива для людей, не состоящих в профсоюзе. (Мария Химуля, 9 кл., школа № 444, г. Москва)

Задание 3.

Подверглась переделке басня И. А. Крылова «Кот и повар». Использованные цитаты:

О времена, о нравы! (Цицерон)

Ключи, ключи мои! («Скупой рыцарь», А. С. Пушкин)

Карету мне, карету! («Горе от ума», А. С. Грибоедов)

Я гибну — кончено — о Дона Анна! («Каменный гость», А. С. Пушкин)

Ужасный век, ужасные сердца! («Скупой рыцарь», А. С. Пушкин)

Кроме того, можно обнаружить изменённые цитаты из известных произведений.

Я уже 33 года служу поваром и ни разу не видывал... (ср. «Он рыбачил тридцать лет и три года и не слыхивал, чтоб рыба говорила» — «Сказка о рыбаке и рыбке», А. С. Пушкин).

О кошки, порожденья крокодилов! — *Фраза переделана из фразы «О люди! Порожденья крокодилов!» из трагедии «Разбойники» Шиллера. В России фраза стала популярна после постановки на сцене пьесы А. Н. Островского «Лес», где эти слова декламирует, утрируя шиллеровский пафос, провинциальный актёр Несчастливцев.* (Ольга Гавриш, 10 кл.)

... Я никогда и двух стихов не написал (Ср. «и никогда в жизни я не сочинил даже двух стихов» — «Братья Карамазовы», Ф. М. Достоевский). *«И помнил, хоть не без греха, / Из Энеиды два стиха».* (Ульяна Федорцова, 11 кл., школа № 1, г. Брянск)

Драма — род литературы, создаваемый для постановки на сцене; в драме всё действие не длится долго, произведение построено на конфликте (противоборстве), в котором прямо или косвенно участвуют все герои. (Юлия Булкина, 11 кл., школа № 59, г. Брянск). *В отличие от эпоса события в драме разворачиваются в настоящем времени.* (Анастасия Климовцова, 11 кл., Погарская школа № 2, Брянская обл.) Драма в узком смысле — это пьеса с острым конфликтом, который не так возвышен, как трагический, но нередко тоже завершается гибелью или поражением главного героя.

Для драмы характерны эмоциональные реплики героев, некоторая пафосность, для того чтобы вызвать сопереживание, сострадание, «живой» диалог со зрителем. (Лариса Василенкова, 10 кл., школа № 11, г. Брянск)

Басня — это краткий, стихотворный (а иногда прозаический) рассказ — аллегория нравоучительной направленности. Нравоучительность в басне, в отличие от притчи, не наставляет, а иронически и сатирически высмеивает дурные поступки или явления. Героями басен часто являются звери, птицы и растения. Этот жанр литературы был известен ещё в античности (Древняя Греция — Эзоп), возродителем басни в 17 веке стал Ж. де Лафонтен, а в 18 веке басня появилась и в России, но наибольшей популярности она достигла при И. А. Крылове. (Светлана Артеева, 8 кл., гимназия № 1544, г. Москва) *Перевод из жанра басни в жанр драмы подразумевает изменение структуры текста и ограничивает возможность высказывания точки зрения автора, что в басне очень важно.* (Евгения Авилова, 11 кл., гимназия № 1514, г. Москва)

Смысл перевода басни в драму в том, что часто в основе басни лежат какие-то драматические события. И хотя о них часто написано в шутливой форме, тем не менее они бывают достаточно серьёзны и при некотором изменении уже не вызывают у читателей откровенной улыбки. (Екатерина Мельниченко, 10 кл., школа № 64, г. Брянск).

Юмористическая окраска постановки объясняется умышленной драматизацией и преувеличением серьёзности незначительного и банального происшествия. (Анастасия Михалина, 11 кл., Супоневская школа № 1 Брянского района Брянской области).

Вот наиболее удачные басни, прозаические и стихотворные, сочинённые участниками конкурса.

1. **Гепард и черепаха**

Однажды гепард и черепаха встретились, и гепард сказал: «Давай соревноваться в беге!». «Давай!» — сказала черепаха. Вот начали они соревноваться, гепард уже далеко убежал, а черепаха только от «старта» на полметра отползла. Гепард бежал и не заметил дерева и врезался в него, потерял сознание. А черепаха, пока гепард лежал без чувств, доползла до финиша первой.

Не надо торопиться, «Тише едешь, дальше будешь», но этого гепард не понял, за то и поплатился.

(Дмитрий Агафонов, 7 кл., гимназия № 1505, г. Москва)

2.

Лиса, ложась в кровать,
Ругалась на медведя, что мешал ей спать.
Сама ж вчера, устроив шум большой,
Спать не дала соседям.
Сей басни смысл такой:
Ошибки замечать мы рады у других,
А у себя — не видим их.

(Марина Белянова, 7 кл., школа № 985, г. Москва)

3. **Два зайца**

Был у зайца славный дом
Под развесистым кустом.
Под кустом он ел и пил,
Редко далеко ходил.
Слышит зайка: «Тук, тук, тук.»
К зайчику стучится друг.
«Дом мой волком разорён,
Можно поживу в твоём?»
Заяц мой нахмурил брови:
«Не хочу гостей я в доме.»
Развернулся его друг,
И ушёл он быстро вдруг.
Но настала осень.
Куст листочки сбросил.
Заяц горем сим разбит.
К другу в гости он спешит.
Но друг нахмурил брови:
«Не хочу гостей я в доме.»

Руку ты подай другому,
Он потом подаст тебе,
Не останешься без дома,
Не окажешься в беде.

(Зинаида Антонова, 8 кл., гимназия № 1515, г. Москва)

4. **Хвастливая ворона**

Летел по лесу соловей
И заливался дивной песней,
Что восхищала всех зверей,
И не было её чудесней.
Ворона, слыша этот звук,
Всем похвалам зверей дивилась:
«Да разве он ласкает слух?!
Скажите мне, друзья, на милость!
Вот то ли дело я пою...
И, говоря про соловья, —
Похуже он поёт меня!
На ветку дуба забралась
Тщеславная хвастунья-птица,
Открыла рот и залилась
Своею песнею певица.
Раздался смех и возмущенье.
Орёт ворона во всё горло!
Но та, не чувствуя смятенья,
Орёт вовсю ещё упорней.
И вот летят грибы да шишки,
И, со стыдом своим мирясь,
Ворона быстро замолчала
И восвояси убралась.

Не стоит попусту хвалиться,
И дело своё нужно знать:
Петь уметь нужно, коль певицей
Себя захочешь ты назвать!

(Екатерина Трохина, 8 кл., центр образования № 548, г. Москва)

5. **Про Ежа**

Как-то рано поутру
Во сосновом во бору
Потихоньку, не спеша,
Тихо листьями шурша,
По тропинке, вдоль холмов,
Ёж искал себе грибов.
Долго по лесу бродил,
Ничего не находил.
Вдруг увидел на опушке
Долгожданную чернушку.
Оглянулся Ёж вокруг,
Не поверишь, милый друг,
Вот опушка, так опушка,
Где травинка, там чернушка.
Тут он радостно сказал:

«Вот тебя-то я искал».
Миг прошёл, и гриб уже
Гордо едет на еже.
И, набрав грибов с собой,
Тихо он побрёл домой.
Его ноша не легка,
И уже болят бока.
Той осеннею порой
Брёл Медведь к себе домой.
Подойдя к Ежу поближе,
Произнёс: «Кого я вижу!
Да, Колючий, не узнал.
Как пенёк с грибами стал.
Брат, позволь тебе помочь?»
Ёж ответил: «Лапы прочь!
Справлюсь сам. Ступай, иди.
Не мешай мне на пути!»
Косолапый отошёл,
Мимо Ёж его прошёл.
Полдень, солнышко сверкает
И лучи свои бросает
Наземь, на верхушки древ,
Всё своим теплом согрев.
Вдалеке шумят ручьи.
Свищут в небе соловьи.
А в бору, присев в теньке,
Плачет Ёж наш на пеньке:
«Бедная моя спина!
Как болит, болит она!
Все грибы я по дороге
Растерял, устали ноги.
Вот теперь сижу ни с чем
И грибочков не поем,
Косолапого обидел,
Лучше б он меня не видел.
Ах какой я был глупец.
Понял, понял наконец,
Как я плохо поступил
И каким я грубым был».
Ёж несчастный без грибов
Слез с пенька и был таков.

Мораль:
Гордость, жадность — всё порок,
Никогда не будут впрок.

(Анастасия Фоменко, 9 кл., школа №1028, г. Москва)

6. **Соловей и петух**

Однажды ранним утром средь ветвей
Сидел уныло серый соловей.
Вдруг подлетел к нему петух и говорит:
«Ну что же ты за птица?
Тебе вовек со мною не сравниться!
Хоть всю окрестность разом облети —
Меня прекрасней всё же не найти.
Тебе ль со мной сравниться в оперенье?
Да и в прекрасном голосе моём?
И ты находишься в глубоком заблужденье,
Что красоту все видят в пении твоём!»
Вдруг соловей запел, и чудным пеньем тем
Вмиг вся окрестность огласилась,
И сердце петуха в волнении забилось.

* * *

Ведь настоящий гений тот,
Кто за него себя не выдаёт!

(Анна Бочарова, 9 кл., центр образования № 57, г. Москва)

7.

Вот как-то раз Волчиха
Купила сарафан.
Красивый он, нарядный,
И на груди — карман.
Увидев то, Лисица,
Вся зависти полна,
Решила всё испортить —
Такая вот она.
Подстроила ловушку
Соседке у дверей,
Большую лужу с грязью
Листвой прикрыв скорей.
Волчиха рано утром
На рынок собралась,
(Ей помогла удача) —
Перешагнула грязь.
Лисица, разозлившись,
Пустилась за ней в путь,
Не вовремя споткнулась —
И в грязь пришлось нырнуть.
А смысл этой басни
Запомните, друзья —
Чтоб в ямы не попасться,
Их рыть другим нельзя!

(Виктория Гусева, 9 кл., школа № 4, г. Фрязино Московской обл.)

8.

Он ел, и слёзы в пасть текли,
И всё его жалели львы,
Гиены, тигры, но, увы,
Ужасно слёзы в пасть текли.
Наш крокодил был доброхот,
Мечтал из тины пить компот.
Но есть так хочется, увы!
И плачет. Как жалеют львы!
Но даже плача, всё же ест,
Не пожалеет, съест в присест.

(Анна Богатырева, 11 кл., гимназия № 1514, г. Москва)

9. **Лиса и Воробей**

Однажды Воробей решил, что он павлин.
Что он прекрасен и такой один.
И хвастаться он начал на весь свет,
Что никого красивей вовсе нет.
О том услышала лиса,
Подумала: «Вот чудеса!
Прекрасен он... Проверить нужно:
Красивей он внутри или наружно...»
Не долго ей пришлось его искать:
Он на полянке хвастался опять.
Лиса ему сказала: «О, мой друг!
Да ты, смотрю, прекрасней всех вокруг,
Как бы смириться звери ни пытались,
У них к тебе одно лишь чувство — зависть».
Поверя ей, терял он осторожность.
Лиса, используя свою возможность,
Набросилась и съела вмиг его.
Он был красив, что не спасло его.

Мораль:
Будь он не так прекрасен,
Сам для себя не был бы так опасен.

(Ксения Ластушкина, 10 кл., лицей № 52, г. Рязань)

10. **История одной мухи**

Сидели две мухи около озера и жужжали о жизни, как вдруг одна муха, случайно посмотрев на водную гладь, тут же отскочила, испугавшись. «Это же надо было родиться таким уродливым созданием! — насмешливо прожужжала она, глядя на своё же отражение. — В жизни таких не видела!». Другая муха была удивлена тем, что прожужжала её подруга: «Это же ты, муха! Ты видела своё отражение!». Муха ей не поверила, сказав, что краше её нет существа, что-то прожужжала тихо и невнятно, и наступило молчание. В попытках снова

убедиться в том, что это ужасное отражение вовсе не она, она снова посмотрела в водную гладь. Но там она увидела не только то ужасное существо, но и огромную жабу за ним. Мухе стало смешно, что глупое и чудовищное, по её мнению, существо даже не видит угрозы. «Я не только не такая уродливая, но ещё и умная в отличие от **этого**», — подумала она. Спокойно обернувшись и увидев перед собой жабу, она поняла, что на самом деле она и есть то самое существо... глупое и слепое.

Многие люди пытаются убежать от не всегда приятной реальности, но она всё равно их настигает, нанося их жизни сокрушительный удар.

(Мария Сидоренко, 10 кл., гимназия № 1544, г. Москва)

11.

Случилось как-то школьнику попасть
На Ломоносовские игры.
Вот где раздолье для ума! Любому школьнику — мечта.
Но наш герой, с рождения упрямый, и счастья своего не оценив —
А школьник, к слову, был ревнив, упрям и очень непоседлив, —
Решил в работе пошутить, и, поместив туда свой стих, домой
спокойненько поехал.
Однако строгое жюри, сей шутки вынести не в силах,
Работу школьника свело своей оценкою в могилу.

* * *

Мораль у басни всем известна —
Для всякой шутки — своё место.

(Бучко Даниил, 11 кл., шк. № 2, г. Старый Оскол Белгородской обл.)

Задание 4.

Главный герой Татьяны Толстой рассуждал так: «... на всё наука должна быть, али сказать, система. Чтобы не тыркаться без толку туда-сюда, а сразу — пошёл и взял. А то у тестя Гоголь рядом с Чеховым стоял, — сто лет ищи, не найдёшь...» Нам, конечно, понятно, что двух классиков можно поставить на одну полку, но Бенедикт до женитьбы книг не читал и, попав в библиотеку тестя Кудеяра Кудеярыча, конечно, растерялся. Герой сначала стал читать всё подряд, а затем решил навести порядок в библиотеке.

На одну полку поставил книги, в названии которых «упоминаются цвета, или у автора «цветная» фамилия». (Полина Киргинцева, 11 кл., школа № 2010, г. Москва)

На следующую полку попали те названия и фамилии, в начале которых повторяются буквосочетания.

Отдельно стоят авторы, фамилии которых имеют отношение к названиям животных.

Далее следуют фамилии, которые ассоциируются с растительным миром.

После располагается ряд авторов, «в фамилиях которых встречаются названия различных частей тела» (Стелла Михайлова, 11 кл., школа «Интеллектуал», Москва).

И, наконец, особая полка отведена книгам, в названии которых есть союз *и*.

Согласившись с логикой героя «Кыси», расставим оставшиеся книги по полкам так: на первую попадут «Алые паруса» и «Белый пароход»; на вторую — Гоголь; на третью — Волков; на четвёртую — Заболоцкий, Пастернак, Цветаева; на шестую «Толстый и тонкий», «Принц и нищий». А Лебедев-Кумач мог бы оказаться на двух полках: «как на третьей («лебедь»), так и на первой («кумач» — ярко-красного цвета)» (Мария Васильева, 11 кл., центр образования № 1158, Москва). Впрочем, некоторые и Пастернака готовы отправить на пятую полку, к Хвостенко: «Пастернак — пасть» (Вячеслав Муравьев, СМАЛ, Самара). Есть ещё одно любопытное предложение: «Гоголь — 3 полка, но если учитывать, что Гоголь изначально писал под псевдонимом Алов, то его можно также определить на 1 полку». (Янина Бородина, 10 кл.)

Перебирая книги, Бенедикт с ужасом думал: «Так что же: всё прочитал? А теперь что читать? А завтра? А через год?» К счастью, многие участники Турнира имени М. В. Ломоносова сумели показать, что запас книг не ограничивается библиотекой Кудеяра Кудеярыча, заполнив седьмую полку. Подобрать подходящие книги можно, конечно же, разными способами. Во-первых, можно взять те произведения, в названии которых упоминается любой материал:

«Медный всадник», «Князь Серебряный», «Гранатовый браслет», «Волшебник изумрудного города» (Наталья Модина, 11 класс, школа № 1, г. Раменское Московской обл.);

«Медный всадник», «Князь Серебряный», «Бычок-смоляной бочок», «Каменный гость», «Снежная королева», «Песочный человек», «Вино из одуванчиков» (Дарья Скоробогатова, 11 кл., центр образования № 57, Москва).

Во-вторых, можно группировать те книги, что связаны только с «металлическими» корнями либо в заглавиях которых значатся металлы или сплавы:

«Медный всадник» (А. С. Пушкин), «Князь Серебряный» (А. К. Толстой), «Серебряный клин» (Глен Чарльз Кук), «Сладкозвучный серебряный блюз» (Глен Чарльз Кук), «Серебряный осёл» (Владимир Лещенко), «Серебряный голубь» (Андрей Белый), «Пенсне в золотой оправе» (Артур Конан Дойл), «Золотой каньон» (Джек Лондон), «Золотой мак» (Джек Лондон), «Золотой жук» (Эдгар Аллан По), «Золотой пруд» (А. С. Грин), «Медный страж» (Александр Прозоров) (Полина Киргинцева, 11 кл., школа № 2010, г. Москва);

«Стальное горло» (М. А. Булгаков), «Как закалялась сталь» (Н. Островский), «Золотое кольцо России», собрание сочинений И. Сталина, «Поэзия серебряного века» (Полина Лосева, 11 кл., школа «Интеллектуал», г. Москва).

Сюда же могут попасть:

«Золото инков», «Приключения Буратино, или Золотой ключик» (Стелла Михайлова, 11 кл., школа «Интеллектуал», г. Москва);

«Железный поток» А. Серафимовича, учебник «История. Железный век» (Мария Марковская, 11 кл., школа № 1 г. Раменское Московской обл.)

«Золотой телёнок», «Стойкий оловянный солдатик», «Сталинградская битва» (Евгения Петрушова, 11 кл., центр образования № 1811, г. Москва);

«Золотая цепь» Грина, «Сказка о золотом петушке» Пушкина (Анна Петухова, 11 кл., центр образования № 1883, г. Москва);

«Золотой горшок» Гофмана, «Серебряные коньки» Мери Мэйп Додж (Анна Ренард, 11 кл., гимназия № 1543, г. Москва);

Железников, «Дюралевое небо», «Огонь, вода и медные трубы» (Екатерина Тортунова, 11 кл., гимназия № 1514, г. Москва);

«Хозяйка медной горы», «Серебряное копытце» (Вероника Юрченко, 11 кл., школа «Интеллектуал», г. Москва);

мадам де Сталь (Мария Руднева, 11 кл., школа № 192, г. Москва).

Приводить весь список книг, попавшихся под руку Бенедикту, с указанием авторов, конечно, смысла не имеет: большинство из них хорошо знакомо всем.

Задания конкурса по литературе и комментарии к ним подготовили:
№ 1, 2, 3 — Н. А. Шапиро, № 4 — И. К. Чернышёва.

Критерии проверки и награждения

Участникам было предложено 4 творческих задания. Формальные критерии оценок каждого задания не использовались. Решение о награждении принималось жюри персонально на основании экспертной оценки каждой работы.

При первичной проверке жюри использовало условные баллы, которые также сообщаются участникам. Эти баллы, например, дают представление об относительном вкладе ответа на каждое из заданий в итоговую оценку.

В случае, если набрана сумма баллов 21 или более, во всех случаях ставилась оценка «v» (грамота за успешное выступление на конкурсе по литературе).

Оценка не ниже «e» (балл многоборья) ставилась при следующей сумме баллов в следующих классах:

Класс	Сумма баллов, не менее
$\leqslant 6$	9
7	10
8	11
9, 10, 11	19

Во всех случаях на основании экспертного оценивания работы могла быть выставлена более высокая оценка.

Обращаем ваше внимание на то, что баллы были использованы жюри на первоначальном этапе проверки, носят технический характер и сообщаются участникам лишь для справочных целей. Поэтому сами по себе эти баллы не являются критерием для оценки работы. В частности, вполне допустима ситуация, когда у одного из участников при меньшей сумме баллов стоит лучшая оценка, чем у другого участника того же класса с большей суммой баллов.

Статистика

Приводим статистику решаемости задач конкурса по литературе школьниками, участвовавшими в Турнире в Москве и Московском регионе. Учтены все рабо-

ты по литературе, сданные школьниками в Московском регионе (в том числе и абсолютно нулевые). Школьники, не сдавшие работ по литературе, в этой статистике не учтены.

Сведения о количестве школьников по классам, получивших грамоту по литературе («v»), получивших балл многоборья («e»), а также общем количестве участников конкурса по литературе (количестве сданных работ).

Класс	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	Всего
Всего	0	1	1	10	152	437	685	724	733	514	396	3653
«e»	0	0	0	0	8	43	71	89	72	91	85	459
«v»	0	0	0	0	0	0	0	7	7	9	20	43

Сведения о распределении технических баллов проверки по заданиям.

Баллы	Номера заданий			
	1	2	3	4
0, –	1303	2520	2049	1556
1	1081	501	506	419
2	651	269	338	707
3	307	156	301	498
4	124	89	191	335
5	86	44	153	135
6	43	32	66	0
7	18	13	28	1
8	17	9	15	2
9	5	9	5	0
10	19	12	2	1
> 10	0	0	0	0
Всего	3654	3654	3654	3654

КОНКУРС ПО ИСТОРИИ

Вопросы и задания

Все задания адресованы школьникам всех классов: каждый может выбрать те, которые ему по вкусу и по силам; достаточно выполнить хорошо (не обязательно полностью) **2 задания** из первых девяти или верно указать хотя бы **10 ошибок** в заданиях 10 или 11 (нужно составить список указанных в текстах событий (фактов), которые на самом деле происходили или **не тогда**, или **не там**, или **не так**, и объяснить, как, где и с кем они происходили — или почему их вообще не могло быть).

1. Назовите трёх Ваших знаменитых тёзок или однофамильцев из прошлых веков. Чем эти люди прославились в истории?

2. Во Франции было 18 королей по имени Людовик. Кто из них, по вашему мнению, наиболее достоин памяти потомков — и за что? Назовите не менее трёх кандидатов.

3. В Древнем Египте был титул «ча́ти». Какому современному званию он точнее всего соответствует? И ещё: говорят, будто один из чати стал царём, а другой — богом. Правда ли это? Если да, то как это могло случиться? Знаете ли Вы имена этих двух героев?

4. Нацисты в Германии называли своё государство «Третий Райх». Какие державы они называли «Первым» и «Вторым» райхом? Кто и когда основал эти государства? Сколь долго они существовали?

5. В 1066 году герцог Вильям Бастард быстро завоевал Англию. В 1337 году его потомок — король Эдвард 3 надеялся столь же быстро покорить Францию — но ничего подобного не вышло. Как можно объяснить эту разницу в ходе и исходе событий?

6. Хромой Тимур всю жизнь стремился к мировому господству. Но до самой смерти он носил довольно скромный титул — «эмир», хотя некоторые современники Тимура называли себя султанами. Какова причина этой скромности? Кто в ту пору носил более высокие титулы?

7. Тэн-ноо Камеяма, сёгун Минамото Кореясу, сиккэн Ходзё Токимунэ, Камикадзе. Какие замечательные события 13 века связаны с этими именами? Какую роль сыграли эти лица в этих событиях? Какого ещё имени здесь явно нехватает?

8. Составьте от имени шевалье д'Артаньяна отзывы о трёх самых ярких деятелях его эпохи, с которыми он был лично знаком.

9. В декабре 1962 года Л. Д. Ландау был награждён Нобелевской премией по физике. Где происходила эта церемония? Кто в ней участвовал — по заслугам или по должности? Назовите хотя бы пятерых из этих людей.

10. Найдите исторические ошибки в тексте.

Мономах

Князь Владимир Грозные Очи прискакал в Киев с юга, из Тмутаракани, где провёл удачные переговоры с ханом Котяном и его советником, белым монахом Домиником. Тот недавно уговорил хана креститься, обещав ему помощь западных рыцарей в случае новой войны с киевлянами. Поняв, что назревает очередной крестовый поход Запада против Руси, князь решил вмешаться в опасную игру. Осадив Кафу — оплот генуэзцев в Крыму, — с помощью своего тестя — императора Алексея 1 Комнина, давнего недруга крестоносцев, Владимир принудил своих противников закончить дело миром.

Оценив соотношение сил, папский легат не стал упрямиться: он вспомнил, что киевский князь — кузен французского короля Луи Толстого и шурин английского короля Генри Плантагенета. Оба христианнейших правителя не любят папу Иннокентия, так что в случае крестового похода на Киев французы

и англичане наверняка перестанут посылать в Рим десятину... Этого папа не простит своему легату. Поэтому святой Доминик благословил «вечный мир» степняков с Киевом. Владимир обещал не разорять больше кочевья печенегов, а Котян поклялся на Кресте не вторгаться на Русь и торжественно передал русскому князю древнюю реликвию — чашу, сделанную его прадедом Аттилой из черепа Святослава, прадеда князя Владимира. Этот обмен положил конец давней вражде; теперь Владимир может заняться внутренними делами Руси.

Прямо с дороги князь направился в храм Софии — молить Бога о вразумлении братьев-князей, готовых нарушить постановления недавнего Любекского собора. Ведь было решено: «каждый держит отчину свою». Но вот уже Всеволод Большое Гнездо хочет подчинить Залесскую Русь, чтобы обеспечить отчинами своих сыновей. Ярослав Осмомысл из Галича Костромского захватил Владимир на Клязьме — любимую резиденцию киевского князя. Юрий Московский тянет свои долгие руки к Новгороду... Брань и усобицы по всей Святой Руси. Пора Грозным Очам усмирить смутьянов. Но на кого опереться в родном Киеве?

По требованию веча, которое призвало Владимира на княжение, из Киева выгнали ростовщиков-евреев; князь отменил долговое рабство. Народ был доволен, но купцы-мусульмане перестали приезжать в Киев вдоль степного Шёлкового пути. Теперь они норовят плыть по Волге: либо на север, к варягам, за янтарём и мехами, либо на юг, к хазарам, за бирюзой и жемчугом. Киев оказался в стороне от мировой торговли: поэтому и не хотят князья Мономашичи слушаться своего старейшину Великого князя Киевского. Что же делать?

При выходе из храма Владимира встретила толпа купцов, тиунов и прочей челяди. Они потребовали немедля созвать собор для спасения Руси от обнищания. Если северные князья откололись от Киева — значит, надо прорубить новое окно в Европу. Киеву нужен союз с городами Ганзы, которые только что добились независимости, разбив императора Барбароссу. Пусть новый путь «из немец в греки» заменит прежний «из варяг в греки»!

И ещё: киевляне должны закрепиться на Волге, вновь взять под контроль Шёлковый путь. Мир князя с печенегами очень кстати: пусть Владимир вместе с печенегами разобьёт астраханских татар, как его предок Святослав с половцами разбил казанских хазар.

Услышав эти речи, Владимир понял: воистину, глас народа — глас Божий! Заключив мир с Котяном, он и сам подумывал о военном союзе с грузинской царицей Тамарой. Православные грузины давно воюют с хорезмшахом Текешем — он контролирует сейчас западный конец Шёлкового пути. Примирившись между собой, русские и печенеги могут помочь грузинам разбить Текеша; взамен они получат выход на Каспий и Волгу, так что Киев вновь станет хозяином пяти морей.

Киевский собор утвердил смелый план князя. Вскоре он был воплощён, и Киевская Русь опять стала великой морской державой. Позднее церковь причислила князя Владимира и хана Котяна к лику святых, наряду с Домиником Крестителем.

11. Найдите исторические ошибки в тексте.

Гуситы

Коронный гетман Прокоп не спал всю ночь — так растревожил его вчерашний гонец из Авиньона. Казалось бы, добрая весть: наконец издох от водянки мерзкий антихрист — папа Иоанн 12. Остановилось волчье сердце бывшего пирата Бальтазаре Косса; некому направлять очередной крестовый поход против сыновей Божьих — наследников славного магистра Яна Гуса. Наконец Моравию и Словакию ждёт заслуженный мир! Отчего же так тревожно на душе?

Прага! Вот неизменная заноза в сердце каждого гетмана таборитов — от славного Яна Жижки, павшего при Липанах, до нынешнего победителя крестоносцев — Прокопа Бородатого. Старая Прага никогда не признавала Табор законной столицей Моравии, хотя именно сюда епископ Ян Желивский доставил из Иерусалима прядь волос Христа — знак благоволения Спасителя к новым, истинно верующим христианам. Увы, пражане не тверды в истинной вере; они не прочь сменить христианское народовластие на языческую власть нового императора, лишь бы Прага вновь стала имперской столицей, как было при славном короле Карле 5. Только общий страх перед крестоносцами не позволял распасться непрочному союзу Праги с Табором. Но если крестовые походы прекратятся, что тогда?

Не спал в ту ночь и пражский епископ — кардинал Ян Рокицана. Бесспорно, смерть преступного папы — это перст Божий. Но куда он указует? Наконец Моравия может помириться с Авиньоном; затем папский престол вновь вернётся в Рим, откуда прежний папа бежал перед полчищами таборитов. Но какой ценой дастся это примирение? Кто станет новым папой? Кто будет новым императором? Что скажет по этому поводу оплот церковной мысли — Святая Сорбонна? Слишком много вопросов... Кто ответит на них?

Лишь под утро епископ ненадолго заснул. И во сне понял всё, как на яву: Империя и Церковь неразделимы! Значит, новым папой станет тот, кто первым найдёт нового императора и убедит весь крещёный мир в том, что найден достойный преемник Карла Великого! Кто сможет сыграть эту роль? Прокоп Великий? Нет — уж очень он неудобен для католиков. Вот Ян Жижка подошёл бы, только он умер... Но жив Янош Хунниади — побратим Жижки ещё со времён Грюнвальда! Этот доблестный венгерский витязь без устали воюет с турками: недавно он разбил их при Варне, снял осаду с Константинополя, перебил турецкий десант в Италии — выручил бесхозный город Рим... Надо срочно договориться с Яношем: этот союз может решить судьбу Европы!

Так и вышло: вскоре отряды Хунниади торжественно вошли в Прагу, где Рокицана увенчал его короной Венгрии, Моравии и Словакии. На могиле Яна Гуса новый король поклялся даровать свободу совести всем своим подданным — католикам и православным. После этого войско таборитов, изготовившееся к обороне, мирно разошлось. Прокоп Бородатый постригся в монахи, а король-миротворец направился в Рим, где собор епископов избрал его императором, а Яна Рокицану — папой. Новый папа пригрозил отлучить от церкви английского короля, если тот не вернёт Франции её исконные земли, оставив себе лишь Нормандию и Бретань. Смертельно больной Генрих 5 согласился; так закончилась почётным миром ужасная война, ровно сто лет изнурявшая евро-

пейских христиан. Вскоре византийский кесарь признал себя вассалом нового Западного Императора, а православная церковь воссоединилась со своей католической сестрой. После этого изгнание турок из Европы было лишь вопросом времени.

Ответы, решения и комментарии к заданиям конкурса по истории

2. *Во Франции было 18 королей по имени Людовик. Кто из них, по вашему мнению, наиболее достоин памяти потомков — и за что? Назовите не менее трёх кандидатов.*

Самый первый носитель имени «Людовик» — это Хлодвиг, вождь франков в конце 5 века, который первым принял крещение и основал династию Меровингов. Далее:

Людовик 6 Толстый (или Собиратель) (1108–1137) — основатель абсолютизма во Франции. При нём в Париже возник университет, где преподавал Абеляр.

Людовик 9 Святой (1248–1270), участник двух крестовых походов и законодатель.

Людовик 11 Паук (1460–1483), объединивший Францию после Столетней войны в централизованное королевство с наёмной армией и бюрократией незнатных чиновников.

Людовик 13 (1610–1643), герой романа Дюма, которому служили Ришелье и д'Артаньян.

Людовик 14 Солнце (1643–1715), превративший Францию в империю. При нём Кольбер, Пикар и Гюйгенс основали Академию Наук.

Наконец: Людовик 16 (1774–1792), казнённый революционерами на гильотине.

3. *В Древнем Египте был титул «ча́ти». Какому современному званию он точнее всего соответствует? И ещё: говорят, будто один из чати стал царём, а другой — богом. Правда ли это? Если да, то как это могло случиться? Знаете ли Вы имена этих двух героев?*

Словом «ча́ти» в Египте называли министра общественных работ. Обычно это был верховный жрец одного из богов, который играл роль премьер-министра при живом боге — фараоне.

Самый знаменитый чати — Имхотеп, верховный жрец Тота и главный строитель первой пирамиды для фараона Джосера (28 век до н. э.). Он также прославился как врач, астроном и астролог. После смерти его объявили богом медицины. Позднее греки переняли этого бога у египтян и назвали его Асклепий (римское произношение — Эскулап).

Другой чати — Рамзес — служил в качестве верховного жреца бога Амо́на при воинственном фараоне Хоремхебе (14 век до н. э., вскоре после смерти Эхнатона). После смерти Хоремхеба Рамзес 1 объявил себя новым фараоном и основал в Египте новую 19 династию. Его внуком был знаменитый воитель и долгожитель — Рамзес 2.

4. *Нацисты в Германии называли своё государство «Третий Райх». Какие державы они называли «Первым» и «Вторым» райхом? Кто и когда основал эти государства? Сколь долго они существовали?*

Первой своей национальной державой немцы считают Римско-Германскую империю, основанную королём Оттоном 1 Саксонским в 962 году — после того, как в 955 году этот король отразил нашествие язычников мадьяр на Германию. Переходя из рук в руки разных династий (Саксонской, Франконской, Швабской, Австрийской, Баварской), эта империя (хотя и разбитая Наполеоном) просуществовала до конца 1 Мировой войны (1918 год).

Вторая германская империя была основана канцлером Пруссии Отто Бисмарком в 1871 году — после разгрома Франции в блицкриге 1870 года. Эта держава (со столицей в Берлине) также существовала до 1918 года.

5. *В 1066 году герцог Вильям Бастард быстро завоевал Англию. В 1337 году его потомок — король Эдвард 3 надеялся столь же быстро покорить Францию — но ничего подобного не вышло. Как можно объяснить эту разницу в ходе и исходе событий?*

Сравнивая западноевропейское общество 1066 года с обществом 1337 года, мы видим, что **разница** уровней социального развития между островной Англией и континентальной Францией значительно уменьшилась. Например, в 1066 году Англия жила родовым патриархальным строем, ещё без зрелого феодализма и развитой политической культуры её правителей. Напротив, в Нормандии было массовое феодальное военное сословие, во главе которого стоял герцог — абсолютист, способный мобилизовать своих и даже чужих баронов и рыцарей с помощью церковной пропаганды (вторжение в Англию имело ранг Крестового похода на клятвопреступников).

Напротив, в 1337 году Англия и Франция были одинаково зрелыми феодальными монархиями. Различались они лишь талантами правивших королей (Эдвард 3 был гораздо энергичнее Филиппа 6) и массой населения (французов было раз в 10 больше, чем англичан). Это последнее различие не могла компенсировать никакая разница в талантах правителей — при примерно одинаковом накале патриотизма в обеих странах.

6. *Хромой Тимур всю жизнь стремился к мировому господству. Но до самой смерти он носил довольно скромный титул — «эмир», хотя некоторые современники Тимура называли себя султанами. Какова причина этой скромности? Кто в ту пору носил более высокие титулы?*

Тимур был монгол по рождению, тюрок по основному языку и мусульманин-суннит по вере. Выше титула «эмир» для Тимура был титул «хан» — но его мог носить только прямой потомок Чингиз-хана, а Тимур не был его родичем. Арабский титул «султан» был незнаком степным воинам-мусульманам; к тому же этот титул носил главный соперник Тимура на западе — турецкий султан Баязет. Носителей титула «халиф» в ту пору на Земле не было. Оттого Тимур решил навсегда сохранить для себя титул «эмир», считаясь «премьер-министром» при ханах из династии Чингиза, которых он сам выбирал и от лица которых правил.

Тимур выбирал своих ханов по признаку личной храбрости и честности; так он удачно сотрудничал в 1370–1406 годах с двумя ханами подряд. В отличие от Тимура, его современник Мамай (эмир в Золотой Орде) тасовал «своих» ханов, как карты в колоде (он сменил более пятерых ханов, из них троих убил). В итоге после разгрома Мамая на Куликовом поле его новая армия единодушно и без боя перешла на сторону его «законного» соперника — хана Тохтамыша. Мамаю пришлось бежать к чужакам-генуэзцам; те его ограбили и убили. Тимур же основал в оазисах вокруг Самарканда, вдоль Шёлкового Пути устойчивую империю. Но он не сумел подчинить ей Золотую Орду, чьи степные воины не хотели подчиняться «императору горожан».

7. *Тэн-ноо Камеяма, сёгун Минамото Кореясу, сиккэн Ходзё Токимунэ, Ками-кадзе. Какие замечательные события 13 века связаны с этими именами? Какую роль сыграли эти лица в этих событиях? Какого ещё имени здесь явно нехватает?*

Ками-кадзе — по-японски «волшебный ветер». Этим словом принято называть два тайфуна, сокрушившие в 1272 и 1282 годах китайский флот, пытавшийся завоевать Японию. В тексте задачи перечислены имена и титулы главных японских правителей той эпохи (тэн-ноо — император, сёгун — главный министр, сиккэн — канцлер). Нехватает имени организатора китайской агрессии: это был император Ши Цзу с собственным именем Хубилай. Он был внуком Чингиз-хана и завершил завоевание Южного Китая к 1279 году, основав здесь династию Юань со столицей в Пекине. Позднее Хубилай посылал военный флот также в Индонезию — но тоже безуспешно.

8. *Составьте от имени шевалье д'Артаньяна отзывы о трёх самых ярких деятелях его эпохи, с которыми он был лично знаком.*

Подходящие кандидатуры: кардиналы Ришелье и Мазарини, полководцы Конде́ и Тюре́нн, министры Фуке́ и Кольбе́р.

9. *В декабре 1962 года Л. Д. Ландау был награждён Нобелевской премией по физике. Где происходила эта церемония? Кто в ней участвовал — по заслугам или по должности? Назовите хотя бы пятерых из этих людей.*

Нобелевскую премию инвалид Лев Ландау принимал в главной больнице Академии наук СССР: там он пребывал после автокатастрофы, случившейся в январе 1962 года. Премию ему вручал шведский посол Сульман.

Из родичей Ландау присутствовала только его жена — Кора Дробанцева; из его учеников не был приглашён никто — даже его постоянный соавтор Е. М. Лившиц. Зато были обильно представлены академические начальники: как заслуженные, так и незаслуженные. Из первых были М. В. Келдыш (президент АН СССР); Л. А. Арцимович (лидер термоядерных исследований, после смерти Курчатова); П. Л. Капица (директор Института физических проблем, где Ландау заведовал теоретическим отделом; он открыл сверхтекучесть гелия, которую Ландау позднее объяснил теоретически). Были ещё два (из четырёх тогдашних) российских Нобелевских лауреатов по физике: теоретик И. Е. Тамм и физхимик Н. Н. Семёнов. Ещё была очень небольшая группа журналистов — российских и иностранных.

Показательно, что на церемонии не было **никого** из лидеров партийной верхушки СССР — даже тех, кто курировал науку в ЦК КПСС. Нобелевскую премию российские партократы считали «буржуазной», и не одобряли любые усилия по выдвижению российских учёных на соискание этой награды. Кандидатуру Ландау выдвинул его бывший учитель — Нильс Бор.

10. *Найдите исторические ошибки в тексте.*

Для удобства текст приводится ещё раз. Места в тексте, к которым относятся указания об ошибках и комментарии, отмечены номерами, соответствующими номерам в последующем списке ошибок и комментариев.

Мономах (текст с ошибками)

Князь Владимир Грозные Очи[1] прискакал в Киев с юга, из Тмутаракани, где провёл удачные переговоры с ханом Котяном[2] и его советником, белым монахом Домиником[3]. Тот недавно уговорил хана креститься[4], обещав ему помощь западных рыцарей в случае новой войны с киевлянами. Поняв, что назревает очередной крестовый поход Запада против Руси[6], князь решил вмешаться в опасную игру. Осадив Кафу[7] — оплот генуэзцев в Крыму[8], — с помощью своего тестя — императора Алексея 1 Комнина[9], давнего недруга[10] крестоносцев, Владимир принудил своих противников закончить дело миром.

Оценив соотношение сил, папский легат не стал упрямиться: он вспомнил, что киевский князь — кузен французского короля Луи Толстого[12] и шурин английского короля Генри Плантагенета[11]. Оба христианнейших правителя[15] не любят папу Иннокентия[5], так что в случае крестового похода на Киев французы и англичане наверняка перестанут посылать в Рим десятину... Этого папа не простит своему легату. Поэтому святой Доминик благословил «вечный мир» степняков с Киевом. Владимир обещал не разорять больше кочевья печенегов[31], а Котян поклялся на Кресте не вторгаться на Русь и торжественно передал русскому князю древнюю реликвию — чашу, сделанную его прадедом Аттилой[14] из черепа Святослава[13], прадеда князя Владимира. Этот обмен положил конец давней вражде; теперь Владимир может заняться внутренними делами Руси.

Прямо с дороги князь направился в храм Софии — молить Бога о вразумлении братьев-князей, готовых нарушить постановления недавнего Любекского[16] собора[26]. Ведь было решено: «каждый держит отчину свою». Но вот уже Всеволод Большое Гнездо[17] хочет подчинить Залесскую Русь, чтобы обеспечить отчинами своих сыновей. Ярослав Осмомысл из Галича[18] Костромского захватил Владимир на Клязьме — любимую резиденцию[19] киевского князя. Юрий Московский[20] тянет свои долгие руки к Новгороду[21]... Брань и усобицы по всей Святой Руси. Пора Грозным Очам усмирить смутьянов. Но на кого опереться в родном Киеве?

По требованию веча, которое призвало Владимира на княжение, из Киева выгнали ростовщиков-евреев; князь отменил долговое рабство. Народ был доволен, но купцы-мусульмане перестали приезжать в Киев[23] вдоль степного Шёлкового пути[22]. Теперь они норовят плыть по Волге: либо на север, к варягам, за

янтарём и мехами, либо на юг, к хазарам, за бирюзой и жемчугом. Киев оказался в стороне от мировой торговли: поэтому и не хотят князья Мономашичи[24] слушаться своего старейшину Великого князя Киевского. Что же делать?

При выходе из храма Владимира встретила толпа купцов, тиунов и прочей челяди[25]. Они потребовали немедля созвать собор[26] для спасения Руси от обнищания. Если северные князья откололись от Киева — значит, надо прорубить новое окно в Европу[27]. Киеву нужен союз с городами Ганзы[29], которые только что добились независимости, разбив императора Барбароссу[28]. Пусть новый путь «из немец в греки»[30] заменит прежний «из варяг в греки»!

И ещё: киевляне должны закрепиться на Волге, вновь взять под контроль Шёлковый путь. Мир князя с печенегами[31] очень кстати: пусть Владимир вместе с печенегами разобьёт астраханских татар[32], как его предок Святослав с половцами[41] разбил казанских хазар[33].

Услышав эти речи, Владимир понял: воистину, глас народа — глас Божий! Заключив мир с Котяном, он и сам подумывал о военном союзе с грузинской царицей Тамарой[34]. Православные грузины давно воюют с хорезмшахом Текешем[35] — он контролирует сейчас западный конец[36] Шёлкового пути. Примирившись между собой, русские и печенеги могут помочь грузинам разбить Текеша; взамен они получат выход на Каспий и Волгу[37], так что Киев вновь станет хозяином пяти морей[38].

Киевский собор утвердил смелый план князя. Вскоре он был воплощён, и Киевская Русь опять стала великой морской державой[39]. Позднее церковь причислила князя Владимира и хана Котяна к лику святых[40], наряду с Домиником Крестителем.

Ошибки и комментарии

1. Действие рассказа происходит в 1113–1125 годах, когда Владимир 1 Всеволодич был киевским князем. У него было два прозвища: Мономах (в честь деда — императора Константина 9 Мономаха) и Грозные Очи (за победы над половцами).

2. Половецкий хан Котян жил в 13 веке, через 100 лет после Владимира Мономаха.

3. Католический монах Доминик основал свой орден в 13 веке.

4. Доминик никогда не был в Причерноморье. Он хотел крестить половцев, но папа Иннокентий 3 поручил ему другие дела.

5. Во время жизни Мономаха среди пап римских не было Иннокентиев.

6. В 12 веке ещё не было речи о крестовых походах западных европейцев против Руси.

7. Владимир Мономах, воюя с половцами, никогда не доходил до Крыма и Чёрного моря. Кафа (Феодосия) тогда принадлежала Византии.

8. Генуэзцы укрепились в Крыму только в 13 веке, после взятия Константинополя крестоносцами.

9. Алексей Комнин не был тестем Владимира Мономаха.

10. Алексей Комнин был союзником крестоносцев. Они помогали ему в борьбе против турок-сельджуков.

11. Генрих 2 Плантагенет родился после смерти Мономаха и не был его родственником.

12. Людовик 6 Толстый был двоюродным племянником Мономаха (через свою бабку Анну Ярославну, тётку Мономаха).

13. Святослав Воитель был не прадедом, а прапрадедом Мономаха.

14. Чашу из черепа Святослава сделал не гунн Аттила, а печенег Куря.

15. Титул «христианнейший король» появился во Франции в середине 12 века при Людовике 7.

16. Съезд князей Руси проходил в русском городе Любече, а не в германском Любеке. Этот съезд не назывался собором и проходил в 1097 году, задолго до того, как Мономах стал Великим князем Киевским.

17. Всеволод Большое Гнездо родился после смерти своего деда Владимира Мономаха.

18. Ярослав Осмомысл начал править в Галиче (Волынском, а не Костромском) после смерти Мономаха.

19. Город Владимир на Клязьме, основанный в 1108 году, был при жизни Мономаха небольшой крепостью, а не княжеской резиденцией.

20. Юрий Долгорукий начал княжить после смерти своего отца Владимира Мономаха. Княжил он в Суздале, а не в Москве (которая тогда ещё была селом). Князь Юрий Московский (старший брат Ивана Калиты) правил в начале 14 века.

21. «Долгие руки» князя Юрия Суздальского тянулись не к Новгороду, а к Киеву.

22. Великий Шёлковый путь не проходил через Киев; его северная (степная) ветвь проходила через устье Волги в Крым.

23. Роль Киева в мировой торговле зависела не от Шёлкового пути и не от волжского водного пути «из варяг в персы», а от пути по Днепру «из варяг в греки».

24. Все Мономашичи беспрекословно подчинялись Владимиру, пока он был жив; с Мономахом враждовали его дальние родичи — Рюриковичи.

25. Челядь — это дворовые слуги. Купцы в состав челяди не входили, а тиуны (княжеские управители в сёлах и волостях) иногда были из челяди.

26. Никаких общенародных соборов на Руси в 12 веке не было. Первый Земский собор во Владимире был созван в 1211 году.

27. Киевская Русь имела много выходов в Европу; князья Северной Руси не могли перекрыть их, так что «прорубать новое окно» было незачем.

28. Фридрих 1 Барбаросса родился после смерти Мономаха.

29. Ганзейский союз северонемецких городов сложился в 13 веке.

30. Морской путь «из немец в греки» шёл не через Русь, а вокруг почти всей Европы, через Средиземное море.

31. Печенежский народ рассеялся и исчез в конце 11 века, разгромленный половцами и византийцами.

32. «Астраханские татары» — это сочетание слов появилось только в 15 веке.

33. Казанских хазар никогда не было, поскольку город Казань возник после исчезновения Хазарского каганата на средней Волге — на месте бывшего Булгара.

34. Царица Тамара правила в Грузии в конце 12 века; её первым мужем был правнук Мономаха, князь Юрий Андреевич.

35. Шах Хорезма Текеш правил в конце 12 века и с Грузией не воевал.

36. Хорезм у Аральского моря был не «западным концом», а почти «серединой» Шёлкового пути.

37. Русские войска могли достигать Волги и Каспия независимо от своих отношений с далёкой Грузией и совсем далёким Хорезмом.

38. Киев никогда не был «хозяином» даже одного моря (Чёрного или Азовского), а тем более «пяти морей».

39. В 12 веке Русь уже не была морской державой: на Балтике властвовали немцы, а берега Чёрного моря контролировали византийцы и половцы.

40. Владимира Мономаха никогда не объявляли русским святым. Тем более не стали православными святыми язычник Котян и католик Доминик (который даже на Западе не имел прозвища Креститель).

41. В борьбе с Хазарией союзниками Святослава были не половцы (они пришли в 11 веке), а гузы.

11. *Найдите исторические ошибки в тексте.*

Для удобства текст приводится ещё раз. Места в тексте, к которым относятся указания об ошибках и комментарии, отмечены номерами, соответствующими номерам в последующем списке ошибок и комментариев.

Гуситы (текст с ошибками)

Коронный гетман[4] Прокоп[2] не спал всю ночь — так растревожил его вчерашний гонец из Авиньона[6]. Казалось бы, добрая весть: наконец издох от водянки мерзкий антихрист — папа Иоанн 12 [7]. Остановилось волчье сердце бывшего пирата Бальтазаре Косса[8]; некому направлять очередной крестовый поход против сыновей Божьих[10] — наследников славного магистра Яна Гуса. Наконец Моравию и Словакию[9] ждёт заслуженный мир! Отчего же так тревожно на душе?

Прага! Вот неизменная заноза в сердце каждого гетмана таборитов — от славного Яна Жижки[3], павшего при Липанах[2], до нынешнего победителя крестоносцев — Прокопа Бородатого[5]. Старая Прага никогда не признавала Табор законной столицей Моравии[11], хотя именно сюда епископ Ян Желивский[12] доставил из Иерусалима прядь волос Христа — знак благоволения Спасителя к новым, истинно верующим христианам. Увы, пражане не тверды в истинной вере; они не прочь сменить христианское народовластие на языческую власть нового императора, лишь бы Прага вновь стала имперской столицей[13], как было при славном короле Карле 5. Только общий страх перед крестоносцами не позволял распасться непрочному союзу Праги с Табором. Но если крестовые походы прекратятся, что тогда?

Не спал в ту ночь и пражский епископ — кардинал Ян Рокицана[14]. Бесспорно, смерть преступного папы — это перст Божий. Но куда он указует? Наконец Моравия[11] может помириться с Авиньоном[6]; затем папский престол вновь вернётся в Рим, откуда прежний папа бежал перед полчищами таборитов[16]. Но

какой ценой дастся это примирение? Кто станет новым папой? Кто будет новым императором[15]? Что скажет по этому поводу оплот церковной мысли — Святая Сорбонна[17]? Слишком много вопросов... Кто ответит на них?

Лишь под утро епископ ненадолго заснул. И во сне понял всё, как на яву: Империя и Церковь неразделимы! Значит, новым папой станет тот, кто первым найдёт нового императора и убедит весь крещёный мир в том, что найден достойный преемник Карла Великого! Кто сможет сыграть эту роль? Прокоп Великий? Нет — уж очень он неудобен для католиков. Вот Ян Жижка подошёл бы, только он умер... Но жив Янош Хунниади[18] — побратим Жижки ещё со времён Грюнвальда[19]! Этот доблестный венгерский витязь без устали воюет с турками[20]: недавно он разбил их при Варне[21], снял осаду с Константинополя[21], перебил турецкий десант в Италии — выручил бесхозный город Рим... Надо срочно договориться с Яношем: этот союз может решить судьбу Европы!

Так и вышло: вскоре отряды Хунниади торжественно вошли в Прагу[22], где Рокицана увенчал его короной Венгрии, Моравии и Словакии. На могиле Яна Гуса[23] новый король[24] поклялся даровать свободу совести всем своим подданным — католикам и православным. После этого войско таборитов, изготовившееся к обороне, мирно разошлось. Прокоп Бородатый постригся в монахи[2], а король-миротворец направился в Рим, где собор епископов избрал его императором, а Яна Рокицану — папой. Новый папа пригрозил отлучить от церкви английского короля[25], если тот не вернёт Франции её исконные земли, оставив себе лишь Нормандию и Бретань[26]. Смертельно больной Генрих 5 согласился; так закончилась почётным миром ужасная война, ровно сто лет изнурявшая европейских христиан. Вскоре византийский кесарь признал себя вассалом нового Западного Императора[27], а православная церковь воссоединилась со своей католической сестрой. После этого изгнание турок из Европы[28] было лишь вопросом времени.

Ошибки и комментарии

1. Согласно тексту, действие происходит через 100 лет после начала войны Англии с Францией — т. е. в 1436 году, *после* битвы при Липанах.

2. Прокоп Великий погиб при Липанах в 1434 году.

3. Ян Жижка умер от чумы в 1424 году.

4. Прокоп был гетманом таборитов, но не мог именоваться *коронным* гетманом, поскольку табориты не признавали над собой никакого короля.

5. Прокоп носил прозвище «Большой», но не мог иметь прозвища «Бородатый», поскольку он *брил* бороду (в отличие от большинства гуситов).

6. К 1436 году папы уже вернулись из Авиньона в Рим.

7. Иоанн 12 был папой в 10 веке.

8. Пират Бальтазаре Косса стал папой Иоанном 23 в начале 15 века и был низложен собором в Констанце в 1415 году.

9. Движение гуситов охватило Чехию (Богемию), но в Моравии и Словакии оно было слабо развито.

10. Гуситы называли себя «воинами Божьими», но не «сыновьями Божьими» — это было бы язычество.

11. Прага была столицей Чехии, а не Моравии.

12. Ян Желивский был не епископ, а простой священник-гусит в Праге. Он никогда не бывал в Иерусалиме.

13. Прага была столицей Священной Римской Империи при Карле 4 Люксембурге (до 1378 года). Карл 5 правил в 16 веке.

14. Ян Рокицана был епископом Праги. Но он был «умеренный» гусит, так что не мог быть кардиналом римской церкви и тем более не мог стать папой.

15. В 1430-х годах папой был Евгений 4, а императором — Сигизмунд Венгерский, сын Карла 4.

16. Войска таборитов никогда не вступали в Италию, так что папа не бежал от них из Рима.

17. Сорбонна (Парижский университет) была большим авторитетом в вопросах католической веры, но «святою» её никто не называл. Так могли назвать только саму церковь.

18. Ни Прокоп Большой, ни Ян Жижка, ни Янош Хунниади не могли стать императорами, поскольку все трое были малознатные люди (а первые двое — еретики).

19. Католик Янош Хунниади был правителем Венгрии и **врагом** гуситов. Он участвовал в Крестовых походах против них и не участвовал в битве при Грюнвальде.

20. Победы Яноша Хунниада над турками начались в 1440-х годах.

21. При Варне в 1444 году турки *разбили* крестоносцев, осада Константинополя в 1453 году закончилась его *падением*, а десант турок был эвакуирован из Италии в 1481 году — после смерти Мехмеда 2.

22. Янош Хунниади никогда не бывал в Праге и не становился королём. Но его сын Матьяш Корвин стал королём Венгрии в 1458 году и Чехии — в 1471 году, когда движение гуситов иссякло.

23. Ян Гус был сожжён в Констанце в 1415 году, а его пепел брошен в реку, так что могилы не могло быть.

24. Королём-примирителем Чехии после гуситских войн стал Иржи Подебрад в 1438 году.

25. Папы 14–15 веков не вмешивались в ход Столетней войны, не желая ссориться с обеими державами — Англией и Францией.

26. Генрих 5 Английский умер в 1422 году, находясь в зените успехов, так что почётный мир между Англией и Францией был тогда невозможен. Напротив, в 1436 году Столетняя война явно клонилась в пользу Франции, так что французы не отказались бы от Нормандии и Бретани.

27. Императоры Византии никогда не признавали себя вассалами Западной Империи, даже после заключения церковной унии в 1438 году. Не признал этой унии и простой народ Византии — это стало одной из причин того, что «франки» почти не помогали Константинополю во время турецкой осады в 1453 году.

28. Полное «изгнание турок из Европы» не состоялось до сих пор (ибо половина Стамбула расположена в Европе). Большую часть своих владений в Европе Османская империя потеряла в 19 веке.

Обзор результатов

В этот раз историки не поскупились на «простые» задачи. Перечисли своих знаменитых тёзок или однофамильцев! Напиши отзыв о кардинале Ришелье от имени мушкетёра д'Артаньяна! Укажи, за какие заслуги французы чтят своих многочисленных Людовиков! Как справились нынешние школяры с этими заданиями?

Очень по-разному. Например, мальчик по имени Саша вспоминает в первую очередь Александра Македонского и Александра Невского, затем — Александра Суворова или Александра Пушкина; реже — царя Александра 2 Освободителя. Девочка Маша обычно начинает с Богородицы, затем переходит к Марии Стюарт и далее (в зависимости от школьной культуры) либо к «Кровавой Мэри» (Марии Тюдор), либо к Марии Кюри. Мальчик Дима обязательно вспоминает Дмитрия Донского, нередко — Дмитрия Менделеева и столь же часто — убиенного царевича Дмитрия вместе с царём Дмитрием Самозванцем. А что делает мальчик Рома?

Обычно он не знает, что делать. Но бывают приятные исключения. Например, питерский семиклассник Рома Богданов сначала перечислил четырёх разных византийских императоров: удачливого адмирала Лакапина, неудачливого воеводу Диогена, тихого сына Константина Багрянородного и столь же тихого брата Василия Болгаробойцы. А под конец Рома добавил двоих своих римских тёзок: первого царя Ромула и последнего императора Августула. Вот на что способен молодой человек с хорошим гуманитарным образованием — даже незаконченным.

В борьбе с многочисленными Людовиками (задача 2) первое место досталось Виктории Замятиной из московской школы 179. Она дала оригинальные характеристики **восьми** разным королям: от дважды крестоносного Луи 9 Святого и столь же праведного Луи 7 Христианнейшего до блестящего Луи 14 (король-Солнце), растратчика Луи 15 (после нас — потоп) и невезучего Луи 16 (казнённого). Не забыты ни Людовик Сварливый (сын Филиппа Красивого), ни Людовик Благочестивый (сын Карла Великого). Единственный, кого Виктория не заметила — это «Людовик Нулевой», сиречь Хлодвиг Меровинг! А ведь он одержал немало викторий. . .

Гораздо труднее оказалось сравнить (в задаче 5) удачное завоевание Англии Вильямом 1 с неудачным вторжением Эдварда 3 во Францию. Почему первая война длилась меньше года, а вторая — больше века? Та же Вика Замятина удачно переформулировала этот вопрос: почему в 11 веке получился «блицкриг» из одной битвы, а в 14 веке полдюжины крупных битв ничего не решили? Ведь Столетняя война потому и стала народной, что она затянулась сверх меры народного терпения французов! Могло ли такое случиться в 11 веке с англосаксами? Ни один школьник не решился утверждать либо отрицать такую возможность. Тут всё решил случай: то, что Гарольд Саксонский решил испытать своё счастье в одной битве, не развязывая партизанской войны против нормандцев (её бы саксы, вероятно, выиграли). Но король Гарольд рискнул своей жизнью и проиграл всё разом: жизнь, державу и судьбу своего народа. Зато Вильям сразу всё

выиграл — и в последующие десятилетия его потомки доросли до роли национальных лидеров Англии.

Напротив, в течение Столетней войны ни один король Франции ни разу не ставил всё сразу на кон одного сражения. Оттого ни одна проигранная битва Францию не погубила — а партизанскую войну обычно выигрывают многочисленные аборигены. Как было узнать об этом Эдварду 3 — не побывав на уроке истории в хорошей школе 21 века, где ученики свободно гуляют по Интернету с помощью мобильных телефонов?

Те, кто способен на такие прогулки, легко решали задачу 4 о «первом» и «втором» рейхах в Германии. Тут Оттон 1 и Отто Бисмарк сами лезут на экран вместе с датами своих успехов!

Ситуация в Японии 13 века (задача 7) выглядит сложнее лишь потому, что японскую историю наши школяры учат выборочно-кусочно. Если мелькнула полузнакомая фамилия Минамото, то какую фамилию следует искать рядом с нею? То ли Тайра (если это 12 век), то ли Токугава (если это 16 век), то ли ещё что-то? Из трёх сотен школьников, атаковавших эту задачу, около полусотни вспомнили про монгольскую агрессию против Японии, остановленную тайфуном «ками-кадзе». Но из этой полусотни ребят лишь десяток назвал имя главного агрессора: Хубилай, внук Чингиз-хана! Четверо восьмиклассников из этой малой группы представляют московскую школу 45: очевидно, им повезло с учителем истории!

Столь же везучие и ещё более ухватистые люди учатся в 10 классе школы 57. Двое из них — Николай Фёдоров и Илья Спектор — стали абсолютными чемпионами в поиске ошибок в тексте «Мономах» (более 30 баллов).

Они же набрали максимальное число очков в задаче 6 о Тимуре Хромом. Здесь главное — сообразить, что Тимур (как и Мамай) **не** был родичем Чингиза. Поэтому он не мог стать законным ханом степняков. Напротив, Тохтамыш был Чингизид; поэтому он объявил себя ханом и отверг вассальную клятву, прежде принесённую Тимуру. Неизбежная война между Золотой Ордой и Самаркандом спасла юную Московскую Русь от огромных бедствий в конце 14 века.

Итак, среди современников Тимура выше него званием могли считаться либо ханы (в Золотой Орде), либо султаны (в Турции, Египте или Индии), либо халифы. Но халифов в ту пору нигде не было: последнего Аббасида задушили язычники-монголы, взявшие Багдад в 1256 году. Это также заметили Коля Федоров и Илья Спектор — в ряду немногих московских эрудитов

Далее, задача 8 — о современниках д'Артаньяна, среди которых доминируют Ришелье и Кромвель. О Мазарини мало кто сумел сказать нечто яркое и верное. Лучшее решение этой задачи прислал старшеклассник Игорь Зарин из Брянского лицея. Видимо, в Брянске романы Дюма помнят лучше, чем в Москве или Питере!

Впрочем, в Брянске питают и больше иллюзий насчёт награждения Льва Ландау. Итак, задача 9 — о вручении Нобелевской премии Льву Ландау. Нам открылся удивительный факт: школьники в Брянской области лучше москвичей знают, что в конце 1962 года Ландау был уже инвалидом и не мог покинуть московскую больницу, где его посетил посол Швеции! Не странно ли, что эта

ситуация повторилась в текущем 2008 году с ещё одним Нобелевским физиком, американским японцем Йосихиро Намбу? Так или иначе, самые удачливые ломоносовцы нынешнего года сообразили: рядом с Ландау могли присутствовать либо его начальники (по Академии наук), либо его российские коллеги (Нобелевские лауреаты-физики).

Дальнейшее рассуждение требует лишь эрудиции. Кто-то угадал Капицу и Келдыша, кто-то вспомнил Семёнова и Тамма. Кто-то более наивный предложил Лифшица — великого соавтора Дау по Курсу теоретической физики. Иные школьники предлагали даже послать Никиту Хрущёва в Стокгольм за премией для Ландау! Это грубое заблуждение: тогдашние кремлёвские правители предпочли не заметить «буржуазную» награду, заслуженную российским академиком. Только в нынешнем юбилейном году покойный Дау удостоился художественного фильма, снятого по мемуарам его вдовы. Увы, этот фильм не отразил громадное научное обаяние многогранной и противоречивой личности Льва Ландау.

Дорогие учителя физики и истории: примите на себя тяжкий труд по сохранению памяти о нашем общем гении! Пусть он останется нашим фольклорным героем — наряду с «папой» Иоффе, «кентавром» Капицей, «гусем» Колмогоровым и «крокодилом» Резерфордом.

Отметим типичное **неверное** решение задачи о Ландау, встречавшееся десятки раз. Школьник входит в Интернет, ищет там перечень Нобелевских лауреатов 1962 года, вычёркивает из этого списка имя Ландау, добавляет шведского короля (без имени), сообщает, что дело было в Стокгольме — и попадает пальцем в небо, ибо компьютер не может заменить голову при решении олимпиадных задач. Вывод для учеников: не сотворите себе кумира даже из сети Интернет! Вывод для учителей: не обижайте школьников, скрывая от них самые аппетитные факты и байки времён вашей молодости! Многие из них заслужили бессмертие в школьно-университетском фольклоре.

Теперь вернёмся к тексту «Мономах», насыщенному ошибками по русской истории. Какие из них заметили или не заметили нынешние ломоносовцы? Вот характерный пример неудачного утверждения: «**в то** время папой был не Иннокентий». Какое «то» время? Когда Мономах княжил в Киеве? Пока не названы точные годы (1113–1125) или хотя бы приблизительный срок (первая четверть 12 века), нельзя утверждать что-либо об именах соответствующих пап в Риме либо королей в Париже и Лондоне. А как только срок назван, так можно сказать: Генрих 2 Плантагенет и папа Иннокентий 2 будут позже; царица Тамара и хан Котян — много позже. Император Алексей Комнен давно правит в Византии — вопреки странным заявлениям иных школяров, что «до Петра 1 императоров не было!» Луи 6 Толстый также правит в Париже — но он не кузен, а двоюродный племянник Владимира Мономаха (через свою бабку — Анну Ярославну).

Далее: город Владимир на Клязьме был основан Мономахом ещё 1108 году — до переселения князя в Киев. Сам переезд произошёл **не** по зову веча (которое в Киеве **было** — как во всех старейших русских городах), а вопреки ему — по приглашению бояр, напуганных народным бунтом и жаждущих стабильной вла-

сти. Владимир Мономах эту задачу успешно решил: отогнал половцев, изгнал самых алчных ростовщиков, снизил процент по займам. И заслужил от народа прозвище «Грозные Очи» — более понятное, чем фамилия его греческого деда «Мономах». Через 200 лет это прозвище повторилось в Тверском княжеском доме — среди далёких потомков Мономаха.

Наконец, храм Святой Софии. Почти все школьники знают, что такой храм издавна стоял в Константинополе. Увы, многие делают из этого факта вывод, что в Киеве такого храма быть не могло! Но он был с 1037 года — и сейчас стоит, сохранив всё внутреннее великолепие, в том числе мозаичную икону Богоматери Оранты; хотя извне храм обстроили на манер 19 века.

Столь же странное и массовое заблуждение поразило наших школьников насчёт средневековой Грузии. Очень многие полагают, что в 12 веке грузины были ещё не крещены, либо исповедовали ислам. Это — явное упущение учителей в младших классах. Их долг — не только сообщить ученикам о нашем культурном преемстве от Византии, но и перечислить **всех** наших братьев по этой традиции: болгар и грузин, армян и осетин, румын и сербов. Никакие политические события 20 века не отменяют реалий предыдущего тысячелетия.

Ещё одна массовая логическая ошибка наших школьников: «Не было Юрия Московского, а был Юрий Долгорукий!» Да, первый из них появился через 200 лет после Мономаха. Но и второй (младший сын Мономаха) был при жизни отца лишь незаметным юношей, не имел отдельного княжества и не мог ещё тянуться ни к Киеву, ни к Новгороду.

И последнее: насчёт «окна в Европу», которое якобы прорубил только Пётр 1. В домонгольскую эпоху никто не рубил такое окно, поскольку дверь была открыта настежь. Со времён Ярослава Мудрого каждый важный князь старался породниться с одним, двумя или более западными правителями. Таков Владимир Мономах: внук византийского императора, дядя французского короля, зять английского короля и шурин германского императора. Да ещё в родстве с правителями Норвегии, Венгрии, Польши — только что не Грузии, куда отправится со временем его правнук. Всё это — несмотря на громкие проклятья, которыми обменивались в 12 веке главы Римской и восточных церквей. Идеология — отдельно, политика — отдельно, и торговля — тоже отдельно от прочих человеческих занятий. Такое разделение функций сложилось задолго до Рождества Христова.

Критерии проверки и награждения

Было предложено 11 заданий. Работы оценивались экспертно без формальных критериев. Во всех случаях оценка ставилась не ниже, чем в соответствии со следующими критериями.

В случае, если за 1 или более заданий стоит оценка «v» либо за 2 или более заданий стоит оценка «e», — за конкурс по истории в целом ставится оценка «v» (грамота по истории).

В случае, если за 1 задание по истории стоит оценка «e», за конкурс по истории в целом ставится оценка не ниже «e» (балл многоборья).

№ задания	Оценка	класс ⩽ 7	классы 8–9	классы 10–11	Примерные критерии оценивания выполнения заданий в баллах	≈ максимум
1	«v»	3	4	4	По 1 баллу за каждого верно указанного исторического персонажа.	
	«e»	2	3	3		
2	«v»	3	4	4	По 1 баллу за каждого разумно разобранного персонажа.	
	«e»	2	3	3		
3	«v»	2	3	3	1 балл — за верное разъяснение титула «чати», по 1 баллу за каждого верно указанного персонажа.	5
	«e»	1	2	2		
4	«v»	2	—	—	По 1 баллу за указание основателя каждой империи и по 1 баллу за дату основания каждой империи.	4
	«e»	—	2	2		
5	«v»	2	2	2	Каждое различие — 1 или 2 балла (в зависимости от нетривиальности ответа и полноты объяснения).	
	«e»	1	1	1		
6	«v»	2	2	2	1 балл — указание незнатного происхождения Тимура, по 1 баллу за каждого верно указанного исторического персонажа (современника Тимура, имеющего более высокий титул).	
	«e»	1	1	1		
7	«v»	2	2	2	1 балл — за верное указание исторических событий (попытки завоевания Японии), 2 балла — за указание инициатора морской агрессии (Хубилай).	3
	«e»	1	1	1		
8	«v»	2	2	2	За каждый отзыв — 1 или 2 балла (в зависимости от качества отзыва).	
	«e»	1	1	1		
9	«v»	2	2	2	1 балл — место церемонии (хотя бы «г. Москва»), по 1 баллу за каждую верно названную персону.	
	«e»	1	1	1		
10	«v»	5	7	8	По 1 баллу за каждую указанную историческую ошибку. Случайно неверно указанные ошибки не учитываются. Систематическое указание всех фактов из текста как ошибок не оценивается.	40
	«e»	1	1	1		
11	«v»	5	7	8		28
	«e»	1	1	1		

Статистика

Приводим статистику решаемости задач конкурса по истории школьниками, участвовавшими в Турнире в Москве и Московском регионе. Учтены все работы по истории, сданные школьниками в Московском регионе (в том числе и абсолютно нулевые). Школьники, не сдавшие работ по истории, в этой статистике не учтены.

Сведения о количестве школьников по классам, получивших грамоту по истории («v»), получивших балл многоборья («e»), а также общем количестве участников конкурса по истории (количестве сданных работ).

Класс	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	Всего
Всего	0	1	2	14	114	338	568	619	492	356	424	2928
«e»	0	0	0	4	30	76	151	164	141	96	116	778
«v»	0	0	1	0	19	59	144	144	124	94	175	760

Сведения о распределении оценок по заданиям.

Оценка	Номера заданий										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
–	451	897	727	937	944	586	528	681	558	570	444
0	2020	1879	2128	1794	1795	2216	2356	1962	2341	1717	2361
«е»	375	126	67	176	144	98	30	165	13	456	109
«v»	83	27	7	22	46	29	15	121	17	186	15
Всего	2929	2929	2929	2929	2929	2929	2929	2929	2929	2929	2929

Статистика по «текстам с ошибками» — количество ошибок, найденных участниками.

№ задания	Количество верно указанных исторических ошибок в тексте																			
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
10	1717	112	93	62	80	51	56	47	37	25	14	15	8	8	8	6	2	3	2	1
11	2361	36	28	14	12	11	7	3	4	2	2	1	2	1	0	1	0	0	0	0

№ задания	Количество верно указанных исторических ошибок в тексте																			
	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40
10	1	1	2	3	1	0	0	1	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0
11	0	0	0	0	0	0	0	0	0												

КОНКУРС ПО АСТРОНОМИИ И НАУКАМ О ЗЕМЛЕ

Вопросы

Из предложенных 7 заданий мы рекомендуем выбрать самые интересные и ответить на них (школьникам 8 класса и младше рекомендуется 1–2 вопроса, школьникам старших классов — 2 или 3).

Ответы необходимо снабдить разумным количеством примеров и пояснений по вашему выбору. Перечислять дополнительные примеры не обязательно (за них к оценке правильного ответа будут добавляться дополнительные баллы).

1. Из чего состоит ядро Земли? Что находится в центре других планет? А что в центре звёзд? У каких звёзд могут быть железные ядра?

2. Какие небесные объекты можно использовать в качестве эталонных часов? Какие нельзя и почему?

3. Почему звёзды не падают друг на друга? Могут ли они сталкиваться? Может ли наше Солнце «упасть» в центр Галактики? Как будут выглядеть наши созвездия через галактический год?

4. Какие Вы знаете открытые, потом забытые и вновь «переоткрытые» открытия (в области астрономии и наук о Земле)?

5. Знаете ли Вы случаи, когда небесные тела движутся не так, как следует по закону тяготения Ньютона? Какие силы за это ответственны?

6. Когда иссякнет Солнце? (и почему оно сейчас светит?) Что будет светить после? Существует ли «вечный» свет?

7. Во сколько раз длина тени Останкинской телебашни в Москве больше в полдень 22 декабря, чем в полдень 22 июня? Можно ли Останкинскую телебашню использовать в качестве гномона для солнечных часов? (Общая высота 540 метров, диаметр внизу башни 18 метров.)

Ответы и комментарии к вопросам конкурса по астрономии и наукам о Земле

Ответы составлены на основе лекций, которые прочитал руководитель конкурса по астрономии и наукам о Земле А. М. Романов на закрытии турнира 28 декабря 2008 года в Московском институте радиотехники, электроники и автоматики.

Аудиозаписи этих лекций размещены на сайте турнира по адресу http://olympiads.mccme.ru/turlom/2008/zadanija/

Задание 1.

Из чего состоит ядро Земли? Что находится в центре других планет? А что в центре звёзд? У каких звёзд могут быть железные ядра?

Этот вопрос не только про нашу с Вами планету Земля, и другие планеты нашей Солнечной системы, но также и про все другие экзопланеты, которых сейчас известно за пределами нашей планетной системы уже более трёх сотен вокруг более чем 100 других звёзд.

Известное любопытное желание человека по отношению к любому объекту — узнать, что же там внутри. На тему внутреннего строения небесных тел можно рассказать маленькую астрономическую новеллу о том, как в этом физическом мире борются две противоположные силы. На одной стороне этой великой битвы находятся все силы (взаимодействия), известные современной физике. Я делаю специальную оговорку: «известные современной физике», поскольку сейчас идёт грандиозный бум под названием создания «новой физики», потому что оказалось, что всё, что мы знали до сих пор про окружающий нас мир — это знания, которые нам доставались с помощью электромагнитного излучения: видимым светом и другими электромагнитными волнами. Всё это — и вещество, и поля — участвуют в электромагнитных взаимодействиях (к которым относятся, в том числе, и все химические связи), слабых взаимодействиях (превращения элементарных частиц) и сильных взаимодействиях (строение атомного ядра).

И только недавно стало понятно, что вся наблюдаемая материя во Вселенной — это всего 5% по массе. Всю известную нам до сих пор материю можно уподобить тоненькой светящейся плёночке на поверхности бездонного океана какой-то другой материи (почти 95% массы Вселенной), которая взаимодействует с нами только гравитационным образом. Четвёртое известное нам физическое взаимодействие — гравитация — в количественном отношении хотя и самое слабое (гравитационная постоянная по своей величине в сравнении с другими силами ничтожно мала), зато на вселенских масштабах — самое всеобъятное.

Так вот, вселенская битва состоит из двух неравных лагерей. В одном лагере находятся электромагнитные взаимодействия, сильные и слабые, всё то, что нам пока известно. А по другую сторону баррикад встала гравитация, которая в нашем обыденном мире проявляется, например, падением предметов на пол. Но как только мы перейдём от масштабов нашего обыденного мира к масштабам космическим — вот тут гравитация вступает полностью в свои права. И вообще, всё, что происходит в мире, в том числе на поверхности планет там, где мы с вами сейчас обретаемся, в недрах планет, в звёздах, в галактиках, во всём остальном — это и есть процесс борьбы двух тенденций.

Гравитация стремится всю материю собрать, смять в кучу и возможно максимально плотно упаковать. Начинается это процесс, по-видимому, с отдельных элементарных частиц, которые разбросаны по всему пространству — на первых этапах ранней Вселенной в ней протоны и электроны летали отдельно. И только потом, когда они скомбинировали друг с другом, появились первые атомы водорода — первые кирпичики вещества. Пока существует вещество — другие силы стремятся сохранить его, и противостоят тяготению. Но кончается у всех всё одинаково, хотя, правда, с некоторой временнóй задержкой. В конечном счёте все частицы, проэволюционировав кто в межзвёздные облака, кто — в звёзды, кто — в планеты, кто — в обитателей планет, кто — в предметы, которыми обитатели планет пользуются, — в конечном счёте всё оказывается в чёрной дыре. Потому что гравитация побеждает в конце концов все другие силы, и всю материю сминает, желательно во что-нибудь сверхплотное, сверхмассивное. (В ряде гипотез роль стартовых ядер концентрации материи при начале формирования галактик играют т. н. «первичные» чёрные дыры, возникающие при рождении Вселенной).

Только один этап из этой эпопеи мы сейчас рассмотрим — что находится в центре планет.

Некоторые общие понятия формирования планет. Сначала под действием сил взаимного тяготения вещество так или иначе из пространства собирается в некоторые концентрации. Эти концентрации впоследствии и станут теми или иными небесными телами. Судьба каждого небесного тела определяется в сущности только одним параметром, потому что исходный материал строительства у всех одинаковый. Этот параметр — масса. Какую стартовую массу данная концентрация имеет, такова, соответственно, будет её дальнейшая судьба. Если масса маленькая — это будет планетоид. Если масса побольше — впоследствии может образоваться звезда.

Когда веществу удалось собраться в одно гравитирующее тело, то по мере сжимания, сдавливания происходит нагрев центральных частей этого тела. Нагрев в данном случае — очень простой эффект. Вещество, падая к центру масс, выделяет имеющуюся у него потенциальную энергию, которая выделяется, естественно, в тепло. Поэтому во всех небесных телах общая закономерность строения такая: сердцевина горячая — нагретая или перегретая, внешние слои — похолоднее, и в некоторых случаях они либо совсем холодные, как на Земле в Антарктиде, либо не совсем холодные, как на поверхности некоторых горячих планет.

Что происходит с веществом внутри, когда гравитация начинает его сжимать и сдавливать? Вещество вступает в так называемое сверхплотное состояние. Дело в том, что тот мир, в котором мы с вами живём на поверхности этой планеты, те среды, в которых мы привыкли обитать, и те вещи, которыми мы привыкли пользоваться, и мы сами — это в общем-то очень неплотное вещество. На поверхности Земли характерная плотность 1 г/см^3 — это плотность воды, в которой все мы с вами купаемся и умываемся. Это очень низкая плотность. В то время как абсолютное большинство всего вещества во Вселенной находится при плотностях принципиально более высоких. При разных давлениях в центральной части небесных тел вещество может находиться в разных фазовых состояниях.

В недрах звёзд температура столь высока, что, невзирая ни на какое давление, электроны отрываются от атомов всё равно. Соответственно, остаются голые положительные ядра и летающие электроны, т. е. смесь заряженных частиц — плазма.

В недрах планет, на разных уровнях это может быть газ, или жидкость, или это может быть вязкий расплав (что характерно для средних слоёв Земли). Наконец, может быть твёрдое вещество в кристаллическом состоянии. Выбор состояния вещества зависит только от двух параметров: от температуры, которая достигнута в центре данного тела, и от давления, которое сверху на это вещество давит.

Естественно, любые небесные тела — как мы сейчас предполагаем, находятся в стационарном (или в квазистабильном состоянии) состоянии. На самом деле, конечно, все они живут, рождаются, эволюционируют и умирают, как и все нормальные люди. Но на каждом коротком интервале мы можем считать, что они находятся в равновесии. А для того, чтобы тело находилось в равновесии, во всех его слоях должны выполняться условия гидростатического равновесия. Это значит, что снизу должно быть накоплено такое же давление, сколько на него давит сверху. Сверху давит слой вещества, который притягивается, то есть действует сила гравитации. А вот снизу вещество должно найти внутри себя такие силы — источники противодавления, которые бы удержали верхние слои от дальнейшего схлопывания.

В некоторых слоях небесных тел при некоторых условиях возникают условия конвекции. То есть это не просто слои, которые располагаются горизонтально по принципу: внизу более горячие и более плотные, наверху — похолоднее и разреженнее. В некоторых ситуациях (причём как в планетах, так и в звёздах), если в каких-то слоях есть дополнительные источники тепла и общее энерговыделение выше среднего, то поток горячего вещества начинает подниматься вверх — возникает конвекция. Такие конвективные движения есть, например, во внешних слоях Солнца, есть конвективные ячейки и в мантии Земли. Примером конвективного потока вверх может служить Красное пятно Юпитера. Конвекция — это тоже очень интересный процесс, который, помимо всего прочего, организует перемешивание вещества и его химическую однородность в конвективной зоне небесного тела.

Несколько слов о химическом составе звёзд и планет. Как известно, типичные звёзды состоят в основном из водорода и немножечко гелия. Напомним,

что стартовый состав Вселенной — ещё до эпохи звёздообразования — это водород и маленькая добавка гелия так называемого космологического происхождения. А потом, уже в звёздах идёт массовая переработка водорода в гелий путём термоядерной реакции.

Но планеты и мы с вами состоим не из водорода и не из гелия, а из других химических элементов. Все другие химические элементы нарабатываются в центральных частях звёзд за счёт целого каскада термоядерных реакций. Превращение водорода в гелий — это первый этап, наиболее простой, и наиболее типичный для энергетики обычных звёзд. А потом идут целые каскады реакций с увеличением веса ядра, и, соответственно, с нарабатыванием всё новых и новых химических элементов за счёт тех или иных ядерных реакций. Вот конечными фазами это каскада являются два химических элемента — это железо и никель. Они оказались в этом положении как бы «конечных продуктов» наработки химических элементов по двум причинам. Во-первых, потому, что удельная энергия связи нуклонов[1] в ядре для железа и никеля обладает максимальным значением (см., например, рисунок из http://www.college.ru/enportal/physics/content/chapter9/section/paragraph6/theory.html).

Удельная энергия связи нуклонов в атомных ядрах[2].

Во-вторых, в зоне пика энергии связи нуклонов именно ядро железа наиболее устойчиво, как объединение четного числа протонов и нейтронов. В итоге большое число продуктов ядерных реакций накапливается в звёздах именно в виде ядер железа, образуя максимум его содержания, который почти в 100 раз больше, чем содержание соседних химических элементов.

[1] Нуклон — собирательное название для протона и нейтрона — частиц, входящих в состав атомных ядер. Название происходит от латинского слова *nucleus* ‘ядро’

[2] Для школьников младших классов на всякий случай поясним: «энергия связи нуклонов в ядре» — это **не** энергия, запасённая в ядре, а наоборот, энергия, которую необходимо затратить для разделения ядра на отдельные нуклоны.

Как образуются последующие элементы (тяжелее железа)? Они образуются при взрывах звёзд в конце их эволюции — там идут уже другие, неравновесные реакции синтеза тяжёлых и сверхтяжёлых ядер. Большинство изотопов последующих элементов нестабильно, происходит распад их тяжёлых ядер, и во многих случаях также образуются ядра железа. В результате обилие полученных тяжёлых элементов очень маленькое. А железо и никель, как это ни удивительно (ведь они тоже достаточно тяжёлые), оказываются наиболее обильными элементами для последующего строительства планетных систем (конкурируя с кислородом и кремнием).

В ядре Земли железо составляет около 80% массовой доли. То есть фактически действительно в центре Земли находится металлический шар. Что мы встретим, если начнём двигаться от поверхности к центру Земли? Земля как планета существует 4,6 миллиарда лет — это примерно то время, которое прошло со времён формирования Солнца и окружающей планетной системы. Произошло сначала первичное собирание вещества, затем произошёл нагрев этого вещества. Все твёрдые элементы, которые первоначально содержались в протопланетном облаке, расплавились и разделились по своему составу. Всё, что потяжелее, опустилось к центру, а то, что полегче, в этом расплаве начало подниматься вверх. Произошло разделение по химическому составу. В центре сконцентрировались самые тяжёлые составляющие, и образовалось железоникелевое ядро.

Более подробно о химическом составе Вселенной см. заметку в конце раздела, стр. 193.

А какими методами вообще исследуются недра Земли? Как нашей родной планеты, так и недра других планет, на которых мы пока ещё не бывали.

Самый главный метод исследования внутренних слоёв Земли — это сейсмическое зондирование. У нас есть достаточно много землетрясений, искусственных взрывов и других способов сделать Земле акустическое прослушивание. Причём слушаем мы, естественно, по всем сейсмическим станциям, которые расположены по всей поверхности земли. Сейсмическое зондирование Земли проводится как искусственными, так и естественными методами (в смысле источника ударных волн). Волны делятся на продольные и поперечные — в зависимости от того, как происходят колебания породы — вдоль направления распространения волны или поперёк. Скорость распространения этих волн принципиально разная. И в зависимости от того, как эти волны проходят от источника ударного воздействия по разным направлениям, через какое время и по какой траектории они выходят на поверхность Земли к принимающим сейсмическим станциям, охватывающим Земной шар, и определяется, как наша Земля расслоена по глубине и из чего эти слои могут в принципе состоять.

Плюс к акустическому зондированию ещё важным методом анализа строения Земли является моделирование движения полюсов. Наша Земля вращается с некоторыми «неправильностями» в своём вращении. Ось вращения Земли совершает некоторые движения, которые называются прецессией и нутацией, в пространстве. Здесь есть регулярная составляющая и некоторые достаточно интригующие нерегулярные компоненты этого движения. И в зависимости от того, как мы моделируем внутреннее строение Земли, мы соответственно

независимым от сейсмических методов образом выходим и на моделирование движения оси вращения Земли в пространстве тоже.

Плюс к этому у нас есть ещё внешние воздействия, которые на Землю действуют избирательно. Воздействие хотя и для Земли общее, но на слои с разной плотностью действует по-разному. Это приливные воздействия Луны. Опять-таки у нас есть спутник, который нашу Землю за счёт приливов немножко сминает. Степень этого ответного реагирования мы тоже можем увязывать с нашими моделями внутреннего строения Земли.

О чём же говорят современные модели? У Земли есть внутреннее кристаллическое ядро, которое от центра простирается до глубины 5120 км. Оно состоит в основном из железа и никеля по химическому составу и имеет плотность 13 г/см^3 (обычное железо на поверхности Земли имеет плотность вдвое меньше — около 7 г/см^3). А в центре Земли давление составляет 3,5 миллиона атмосфер, за счёт этого давления железо уплотняется минимум вдвое, приобретает более плотную структуру, чем у нас здесь на поверхности. Температура в центре Земли составляет 6400 градусов. Обратите внимание, что хотя температура в центре Земли даже больше, чем на поверхности Солнца, в центре нашей планеты, однако, не плазменный газ, как на поверхности Солнца, а кристаллическое твёрдое ядро. Внутреннее ядро окружено внешним ядром — это уже жидкое ядро примерно такого же химического состава. Оно простирается до глубин 2900 км и имеет плотность около 10 г/см^3, под давлением около 2 миллионов атмосфер и температурой около 5000 градусов.

Вы скажете: всё, конечно, хорошо — а как же нашли эту границу между твёрдым и жидким ядром? Никто же на эти 6000 км вглубь не копал. Вот как раз по распространению сейсмических волн стало чётко понятно, что на глубине 5120 км проходит фазовый переход: почти одно и то же вещество ниже находится в кристаллическом состоянии — твёрдое ядро Земли, а выше — в расплавленном — это, соответственно, жидкое внешнее ядро Земли.

Ну с Землёй более-менее понятно — она хоть у нас под ногами. Что можно сказать про другие планеты. Коих, как я сказал, очень много. В сущности, только для Луны мы отчасти можем применять сейсмическое зондирование. Потомучто на Луне в рамках программы «Аполлон» было поставлено несколько сейсмографов — в разных точках Луны. А, соответственно, на Луну падали и разные блоки космических аппаратов, и происходят редкие удары метеоритов. Плюс к этому на Луне зафиксированы лёгкие такие сейсмические «шорохи» не очень понятной природы — по-видимому, внутреннего происхождения. Но важно то, что поскольку сейсмографов мало, для Луны сейсмический метод не является определяющим. Тем более он не может работать для других планет, на поверхности которых мы пока ещё сейсмостанций не поставили.

И здесь работают в первую очередь модельные построения. Мы знаем из наших лабораторных опытов, как разные вещества ведут себя под разными давлениями и температурами. Надеемся, что знаем. И, соответственно, строим те или иные согласованные модели о том, что же находится внутри других планет.

Немножко мы можем говорить о гравиметрии коры планет. Потомучто у нас

в общем-то уже многие планеты облётаны космическими аппаратами, которые проводили достаточно точное измерение орбит движения. Скажем, на Луне по отклонениям от расчётных значений были обнаружены так называемые «масконы», то есть концентрации масс в поверхностных слоях, которые, по-видимому, отличаются другим химическим составом. То есть опять-таки это косвенный метод — и он тоже работает.

И ещё один — опять-таки, вспомогательный метод — это собственные движения. Мы опять-таки знаем, как планеты движутся, как они вращаются. Отчасти уже можем о некоторых из них говорить — по крайней мере для планет и спутников больших планет земной группы Солнечной системы — есть ли у них вариации оси вращения и, соответственно, какие-то слова говорить об их внутреннем строении.

Жидкое ядро существует, по-видимому, у двух планет земной группы — это у Венеры и у Меркурия. В отношении планет земной группы (Меркурий, Венера, Земля, Марс и Луна) наблюдается один очень интересный эффект. От Меркурия до Марса существенно падает доля металлического ядра. То есть, грубо говоря, Меркурий — это ближайшая к Солнцу планета — почти целиком состоит из металлического ядра, окружённого тонкой мантией. В мантии, как правило, находятся силикатные породы — это аналог нашей земной мантии. То есть ядро у него существенно больше, чем мантия.

У Земли, как я говорил — среднее примерно соотношение. Ядро до глубины 2900 км, выше — мантия. И у Марса металлическое ядро совсем маленькое. У Луны металлического ядра нет вообще.

Итак, имеется некоторая тенденция, которая, по-видимому, может объясняться следующим образом. Что планеты по мере своего удаления от Солнца не только на этапе своего формирования получали разную дозу тяжёлых металлических элементов, но и в процессе своей дальнейшей жизни они тяжёлое осаждали к центру, лёгкое всплывало вверх. И вот эта лёгкая составляющая так или иначе либо за счёт прямого воздействия солнечного ветра или солнечного излучения испарялась и уносилась прочь. Либо путём ударных воздействий астероидов и метеоритов происходит сброс внешней части вещества. И чем ближе планета расположена к Солнцу, тем интенсивнее происходит «смывание» этих лёгких элементов с поверхности. Поэтому у Меркурия принципиально больше металлическое ядро, а у Марса, наоборот, ядро металлическое маленькое, зато мощная кора.

Несколько слов о планетах-гигантах, которые принципиально отличаются своим составом. Примерно по линии между Поясом астероидов и Юпитером проходит условная граница, где действие излучения Солнца ослабевает настолько, что вода переходит из газообразного или жидкого состояния в лёд. В космическом пространстве на удалении от Солнца начиная от Юпитера могут существовать кристаллы льда в космосе. Чуть дальше, примерно за Нептуном, возможна конденсация метана (CH_4) в твёрдую фазу.

Соответственно, с планет земной группы так или иначе огромное количество всех летучих соединений — вода и легче — было испарено и унесено на периферию солнечным ветром. Остались только вот эти каменные снаружи и железные внутри сердцевинки. А на планетах-гигантах происходил обратный процесс. Они

не только набрали водород и гелий, а также воду, метан и всё остальное летучее, но и сохранили их за счёт своей большой гравитации. Эти вещества не перешли в газовую фазу и не унеслись солнечным ветром. Более того, сюда насыпалось всё то, что из центральных областей солнечным ветром «выгребалось, как бульдозером».

У планет-гигантов основной химический состав — наблюдаемый, естественно, на поверхности — это водород и гелий. И он очень близок к химическому составу самого Солнца. А вот если мы опять-таки начнём спускаться внутрь, то там мы найдём много интересных вещей. Во-первых, огромные шары с массой порядка массы Юпитера, состоящие из водорода и гелия, естественно, не могут быть однородными — они для этого слишком большие. По тем же общим принципам, о которых я говорил вначале, в центре у них будет вещество более концентрированное и более горячее. За счёт повышения давления, например, на Юпитере на глубине 25 тысяч километров происходит переход водорода из газообразной фазы в металлическую, возникает металлический водород. В обычных условиях водород — газ. Но при таких давлениях, которые достигаются на Юпитере на глубине 25 тысяч километров, этот газ сдавливается до столь плотного состояния, что он превращается в металлическую структуру и возникает металлический водород.

А если мы пойдём ещё глубже, то в центре планет-гигантов мы найдём такие же каменные и железные сердцевины, которые являются некоторыми аналогами планет земной группы. Скорее всего, у них тоже есть и каменистые мантии, и железные ядра. Потомучто в конце концов свою порцию железа, никеля и кремния они тоже получили. Другое дело, что массы Юпитера и Земли не сопоставимы. И с Земли всё лёгкое сдуло, осталось только тяжёлое.

За счёт того, что Юпитер имеет гигантскую массу, расчётное значение температуры в центре его ядра составляет уже 30 тысяч градусов. Напомню, в Земле у нас было 6 тысяч. То есть чем больше масса набираемого ядра небесного тела, тем температура в центре становится всё выше, выше и выше.

А у других звёзд найдены планеты, которые называются горячими Юпитерами.

Два слова вообще о планетах других планетных систем — кроме нашей Солнечной. Вот совсем недавно были первые два сообщения о том, что первые две планеты из 300 с лишним открытых уже удалось увидеть непосредственно, то есть наблюдать в виде изображения. Одно изображение было получено космическим телескопом Хаббла, другое изображение было получено системой 8-метровых телескопов на Земле. Это, конечно, рекордное достижение, и я рад, что в 2008 календарном году эти открытия состоялись. Они, в принципе, давно уже ожидались и, как вы понимаете, все очень хотели посмотреть на эти другие планеты. Вот, посмотрели, наконец.

Но надо понимать, что в основном планеты в других системах обнаруживаются косвенными методами — так было открыто уже более 300 планет. Во-первых, у центральной звезды наблюдаются колебания в её лучевой скорости — из-за того, что близко расположенные планеты её немножко «раскачивают» за счёт своего орбитального движения. Это вполне наблюдаемые и измеряемые эффекты. Второй метод — это затмения. Когда планета проходит перед звездой, перекры-

вает часть её светового потока. Это, естественно, там жалкие доли процента. Но, тем не менее, это тоже эффект наблюдаемый.

За счёт этих двух эффектов — фотометрический эффект и спектральный анализ скоростей звёзд, 300 планет всё-таки открыли. Естественно что открывались в основном планеты, которые к родным, родительским звёздам максимально близки. Почему они называются горячими Юпитерами? Во-первых, они очень массивные. Типичное значение массы у них — от единиц до 10 масс Юпитера. Это заведомо планеты-гиганты. А во-вторых, наш Юпитер находится на расстоянии 5 астрономических единиц от Солнца (астрономическая единица — это расстояние Солнце–Земля[1]). А эти Юпитеры, которые раскачивают родные звёзды чувствительным для нас образом, находятся на расстоянии иногда даже меньше, чем одна астрономическая единица. То есть они летают там где-то в районе Меркурия или Венеры. Естественно, что такие планеты, находясь столь близко от родительской звезды, естественно, сильно нагреваются. Поэтому они получили название горячих Юпитеров. Мы можем сказать так: внутри горячих юпитеров примерно та же структура должна быть, что и в нашем Юпитере. Но центральная температура ещё будет выше. То есть она будет достигать уже где-то, наверное, сотен тысяч градусов.

И вот тут мы начинаем переходить к вопросу о том, **что же находится внутри звёзд.** Потомучто чем принципиально отличается звезда от планеты-гиганта? Ведь в природе нет никакой такой границы: «ты будешь планетой, ты будешь звездой». У нас масса набранного тела непрерывным образом меняется. Мы можем найти при желании любое значение для массы тела. И вот по мере того, как масса тела возрастает всё больше и больше, и начинает приближаться к, скажем, 1/10 части массы Солнца, происходит принципиальный переход. Температура в центре такого бывшего планетного тела в процессе его роста по времени всё время повышается. И в один прекрасный момент температура может достигнуть нескольких сотен тысяч градусов или, может быть, миллионов градусов. Тогда уже, хотя и с малой интенсивностью, но уже начнутся термоядерные реакции. Вот когда в центре супермассивной планеты (или протозвезды — как угодно можно называть это переходное состояние) начинают идти термоядерные реакции — переход водорода в гелий и выделение вот этого элемента энергетики — вот тут то мы можем говорить, что произошёл некоторый фазовый переход, что тело преодолело критическую массу, преодолело критическую температуру в центре себя и перешло в стадию звезды. Соответственно, она нагревается не только за счёт гравитационного сжатия — того, что работало раньше, но и включило свой внутренний источник энергии — термоядерную реакцию. И дальше оно будет жить и эволюционировать как звезда.

Задание 2.

Какие небесные объекты можно использовать в качестве эталонных часов? Какие нельзя и почему?

[1] 149597870,610 км; в точности, астрономическая единица равна радиусу круговой орбиты вокруг Солнца, период обращения по которой, при пренебрежении всеми телами Солнечной системы кроме Солнца, был бы точно равен периоду обращения Земли.

Большинство людей сейчас часами пользуется практически (носит на руке или в кармане), чтобы никуда не опаздывать, и что такое время и как им пользоваться — знает (или думает, что знает). В разные исторические эпохи у человечества существовали разные системы счёта времени и разные реализации того, как время определять (измерять) и как им пользоваться. Причём всегда измерение времени привязано — хотим мы того или не хотим — к объектам небесным, внеземным.

Отметим, во-первых, что эталонные часы — это те, по которым мы свои повседневные часы сверяем. Потому что те часы, которые мы одели на руку (они же могут сломаться), надо с чем-то сравнивать. Какие же небесные объекты являлись раньше и являются теперь «эталонными часами» для всех наших часов, вплоть до тех, которые у каждого постоянно находятся при себе?

Следует назвать два свойства используемых физических объектов, которые всегда лежат в основе измерения времени. Первое — физический процесс должен иметь равномерный характер, то есть главный физический параметр такого процесса должен изменяться на равные величины в зависимости от равных интервалов времени. И второе — в этом процессе должны быть достаточно чёткие периодические изменения или особенности, то есть такие реперные точки, которые будут позволять интервалы времени отсчитывать («раз, два, три, четыре, пять. . . »). Вот эти интервалы (периоды) мы будем подсчитывать тем или иным способом и формировать затем из них свою шкалу времени.

Сразу отметим общий и правильный ответ всех тех, кто на этот вопрос писал, что нельзя использовать те небесные объекты, которые являются непериодическими и не обладают постоянными параметрами своего движения, например, непериодические кометы и т. п. Естественно, что в целях счёта времени они никогда и не использовались.

С самых древних времён в качестве самого первого эталонного объекта использовалось, естественно, **Солнце** — просто потому, что люди изначально вели дневной образ жизни (сейчас у разных людей это бывает по-разному, но обычно это так). Солнце — самый яркий объект на нашем небе. Исторически (и генетически) все мы входим в биосферу Земли, и вместе с ней, как все нормальные дневные животные, просыпаемся с рассветом, действуем днём, и, соответственно, ближе к вечеру стремимся успокоиться где-нибудь до следующего утра. Поэтому основа и биосферы Земли и всей человеческой активности — это, естественно, цикл «утро—день—вечер» (большинство животных и растений живут просто по световому дню). Однако точность такого эталонного измерения, естественно, очень низкая — максимум один-два часа. К тому же большинство людей живёт в зоне средних широт, где продолжительность светового дня сильно зависит от сезона года. Если бы мы сейчас находились в тропиках — это было бы не так актуально — поскольку там длина светового дня для всех сезонов практически постоянна.

Как же использовать Солнце для измерения времени? В Древнем Египте ещё 3500 лет назад стали ставить так называемые гномоны. **Гномон** — это достаточно тонкий вертикальный объект (в простейшем случае — шест), который бросает на поверхность земли сформированную (ровную) солнечную тень, которая за счёт движения Солнца по небу движется по земле. Вокруг гномона

можно сделать ровную площадку, надлежащим образом её разметить, и отмечать длину тени и направление, куда показывает тень. Получаются простейшие солнечные часы, образованные из вертикально стоящего гномона и движущейся солнечной тени.

В Древнем Египте эти гномоны часто были оформлены в виде украшенных орнаментами каменных обелисков (из песчаника), несколько образцов которых сейчас можно увидеть в столицах ряда европейских государств (например, в Риме и Лондоне). Их максимальная высота могла достигать 24 метров. Это, конечно, совмещение религиозно-культовых целей, которые на эти обелиски возлагались, и чисто практических. Но важный смысл состоит в том, что точность такого подхода к измерению времени по Солнцу уже существенно выше, чем просто часть светового дня. С помощью гномона из гигантского обелиска можно определять время уже с точностью до долей часа. (Здесь имеет смысл напомнить, что в Древнем Египте была десятеричная система счёта — по числу пальцев на обоих руках. Соответственно, день был разделён на 10 дневных часов, ночь была разделена на 10 ночных часов, и ещё по одному часу добавлялось утром и вечером на зарю и сумерки. Итого получалось $12 + 12 = 24$ часа в сутках. Этим необычным делением суток мы пользуемся до сих пор.)

По мере того, как человечество хотело измерять время всё точнее и точнее (а это такой наш основополагающий принцип — мы всегда хотим всё больше и больше, точнее, всё лучше и т. д.) встал вопрос о неравномерности течения светового времени. Солнце меняет свою высоту на небе, и в один и тот же час времени тень будет некоторым образом зависеть от сезона. И кроме того нужно было знать время ночью. Для этого египтяне изобрели водяные часы — так называемая **клепсидра**. Это сосуд, откуда истекает по капелькам вода, и он сделан таким образом, что истечение воды происходит квазиравномерно. Примерно равномерно меняется и уровень воды, для которого были сделаны отметки. Соответственно, это позволило создать часы, которые работали и меряли время в тёмное время суток, когда нет солнца на небе. Наиболее совершенные водяные часы, сделанные из камня и датированные ок. 1500 г. до н. э., найдены в районе Карнака в Египте. Их точность составляла до 0,2 часа на период 10–12 часов хода (ночного периода времени). Понятно, что такие часы могут работать только такой интервал времени, а потом их нужно опять заполнить водой и вновь запустить, отметив момент старта уже по солнцу. То есть каждые сутки должен осуществляться перезапуск этой системы.

Почти на 3000 лет позже, благодаря тому, что в и древнем мире, и в средние века развивались математика и механика, появились первые механические колебательные системы. Они назывались «**билянец**», и представляли собой коромысло с грузами на концах, которое может поворачиваться из одной стороны в другую. За счёт зубчатых передач на обоих концах своего пути этот колебательный механизм получает толчок в противоположную сторону для возвратного движения. Работу билянца можно уподобить тому, как если, например, фокусник-жонглёр берёт два апельсина и начинает ими просто жонглировать руками. Процесс такого движения будет квазипериодический, длительность каждого периода движения будет зависеть от его амплитуды. Но, конечно, благодаря возможностям регулировки поворотного механизма можно уже создать шкалу

времени более точную, чем просто определение долей времени светового дня. Лучшая точность систем, основанных на принципе возвратного движения, составляла около получаса на сутки, и на основе таких механических систем были созданы первые башенные часы, которые начали появляться в городах Западной Европы начиная примерно с 1200 года. В разных странах они сохранились в разной степени сохранности и функциональности, но тем не менее с образцами некоторых из них сейчас тоже можно ознакомиться.

Наконец, следующий подход к проблеме совершил Галилео Галилей в 1583 году, когда проанализировал движение механического **маятника**. По легенде, которая, по-видимому, правдоподобна, Галилей находился на богослужении в соборе города Пиза. В Пизанском соборе есть целый набор люстр, как говорится, типового дизайна (их или их копии сейчас показывают там туристам), и все они имеют одинаковую длину подвеса. В зависимости от дуновений ветра эти люстры немного раскачивались из стороны в сторону. Поскольку их было несколько, то Галилей обратил внимание, что период качания люстр не зависит от амплитуды качания каждой люстры. Постоянство периода — это принципиальный вопрос, поскольку предшествующие механические системы, которые я упоминал — билянцы — имеют период колебаний, который сильно зависит от их амплитуды. Чем шире амплитуда возвратных движений коромысла, тем дольше они происходят. Галилей по собственному пульсу (опять-таки по легенде, которая скорее всего правдоподобна) проверил периоды колебаний разных люстр. Оказалось, что они все одинаковы.

Когда Галилей начал исследовать вопрос колебаний более детально, он пришёл к модели идеального математического маятника, который состоит из точечной массы M и подвеса определённой длины L, невесомого и нерастяжимого. Также считается, что нет сопротивления воздуха, внешних сотрясений и т. п., то есть вводятся все необходимые идеализации. И вот такой математический маятник, являющийся идеальной моделью маятника физического, будет совершать периодические колебания, период которых в первом приближении не будет зависеть от амплитуды качаний и будет равен $T = 2\pi\sqrt{g/l}$. (Если быть более точным — уже для старших классов — период колебаний простого маятника, конечно, зависит от его амплитуды. Но в данном случае речь идёт о малых углах, когда амплитуда колебаний много меньше, чем длина маятника.).

Техническая реализация зависимостей, которые Галилей выявил для математического маятника, принадлежит Гюйгенсу, который в 1658 году предложил первые механические часы на основе колебаний маятника. Это был принципиальный скачок по точности счёта времени. На границе 17–18 веков точность часов, основанных на идеях Галилея и механизмах Гюйгенса, возросла уже примерно до одной минуты за сутки. То есть маятниковые часы — это уже механические системы, которые могли достаточно точно показывать вам время в течении всего дня. Единственное затруднение — их надо было всё равно поверять по истинному полудню — чтобы часы не слишком ушли от реального солнца.

И вот, когда механика часового дела развилась до достаточно хорошего состояния — я напомню, что все эти часы были стационарными, стояли они, естественно, неподвижно в комнатах, — обнаружилась одна очень удивительная

вещь. Удивительное состояло в том, что истинный полдень, то есть тот момент, когда Солнце проходит над точкой юга в своем наивысшем положении, оказывался в разные месяцы года разным по времени. На эту тему у парижских часовщиков даже был свой девиз, он звучал примерно так: «Солнце показывает время обманчиво!». То есть к тому времени люди уже понимали, что механические часы идут более равномерно, чем даже Солнце по небу. Это было очень странно, и только впоследствии этому появилось объяснение. Оно состоит в том, что к сожалению (а может быть — к счастью) орбита Земли не строго круговая, а немного эллиптическая. Поэтому в зависимости от сезона, в какой части орбиты мы находимся, Солнце будет достигать полуденной линии в разное время. Разница этих моментов времени достигает 16 минут (т. н. «уравнение времени», или разница между средним и истинным солнечным временем). Соответственно, такой интервал времени на суточном ходе механические часы уже начали ловить и стало понятно, что Солнце движется по небу неравномерно. Естественно, после этого от реального Солнца в качестве эталона времени пришлось отказаться, и на этом эпоха солнечных часов закончилась.

Несколько слов нужно сказать про Луну — потому что она тоже упоминалась в ответах. Её также можно использовать в качестве эталонного часового механизма. Но, к сожалению, ещё в меньшей степени, чем Солнце. Потому что Луна совершает собственные движения относительно звёзд достаточно быстро, каждый день она смещается на небе примерно на 13 градусов, а за месяц делает полный оборот вокруг Земли, сменяя все свои фазы. И поэтому изо дня в день время её восхода и время захода для одного и того же места наблюдения меняется довольно существенно. Без предварительных подсчётов нельзя сказать, когда Луна взойдёт, в каком месте она будет находиться и, соответственно, както по ней ориентироваться. На неё нельзя полагаться в счёте времени — скорее всего Луна вас будет в этом вопросе серьёзно подводить. У древних римлян про нее, опять-таки, была поговорка «Luna fallax» (Луна-обманщица). Единственный момент, когда Луна использовалась в качестве измерителя времени — это счёт месяцев по Луне, или начало месяца лунного календаря. По-гречески это называется «неомения», то есть появление «новой» Луны. Это момент, когда наблюдается новый, «молодой» месяц — первый вечер, когда он может наблюдаться. В календарных системах, которые пользуются лунным календарём (древнегреческий, древнеримский, еврейский, мусульманский и восточный лунные календари), этот момент считается началом нового лунного месяца.

Кстати, здесь есть некоторая тонкость. Дело в том, что Луна, как я сказал, постоянно смещается относительно Солнца. В момент новолуния — Луна была на одной линии с Солнцем, и мы на небе её не видели. Потом она начинает смещаться от Солнца влево, и в какой-то момент возникает возможность видимости самого раннего лунного месяца в виде самого тонкого ободочка. Вопрос — а когда же это произойдёт? Нюанс состоит в том, что в разных частях земного шара это может произойти в разные даты. Если вы, например, находитесь где-нибудь в восточных странах, там Луна будет видна ближе к Солнцу, и из-за плохих погодных условий молодого месяца в этот вечер можно не увидеть. Пройдёт несколько часов, Солнце и Луна вместе с ним переместятся на запад, и наблюдатель, находясь на несколько часов долготы западнее, уже где-

нибудь в западных странах, заметит, что за счёт собственного движения Луны относительно Солнца угол между ними несколько увеличится, и, если повезёт с погодой, то молодой лунный месяц уже можно будет увидеть. И поэтому может получиться так, что в один и тот же день в одном месте земного шара новый лунный месяц ещё не наступил, а в другом — уже наступил. Такое «биение» действительно имеет место быть, это — естественная неточность любого лунного календаря. Обычно люди просто договариваются — какую именно календарную дату считать началом каждого лунного месяца.

Когда к 18 веку люди поняли, что Луна движется по небу как хочет, а Солнце движется неравномерно, — в счёте времени настало время вновь задаться вопросом: можно ли в качестве эталонных для часов использовать видимые звёзды? «Вновь» — опять-таки потому, что первый опыт использования звёзд для счёта времени относится тоже к Древнему Египту примерно 1500 лет до нашей эры. Египтяне придумали так называемые ночные звёздные часы — метод, который впоследствии перешёл и во всю остальную наблюдательную астрономию — **метод визирования звёзд**. Два человека располагались лицом друг к другу на некотором расстоянии по линии Север—Юг, один — севернее, — наблюдатель, а другой садился в качестве стационарного объекта, относительно которого наблюдались звёзды, точно в линии меридиана (некоторые исследователи предполагают, что это мог быть даже и не живой человек, а манекен, либо просто символическое изображение сидящего человека). При этом «наблюдатель» мог видеть, как на южной части неба видимые звёзды перемещаются относительно второй фигуры. У египтян даже сохранились такие рисунки и таблицы, где написано, какая звезда когда и в какой сезон находится над головой, над ухом, над плечом фигуры и т. д. То есть производилась фиксация положения тех или иных видимых звёзд относительно линии Север—Юг в разные моменты времени.

В современном мире — естественно, на других уровнях точности и в другой технической реализации — это называется **прохождением звёзд через меридиан**. Меридианный круг и полуденную трубу впервые изобрёл парижский астроном Оле Рёмер (сам он был по национальности датчанином) около 1690 года. Первые его наблюдения относились к неравномерности явлений (затмений и прохождений) в системе спутников Юпитера (так совершенно неожиданно была обнаружена конечная величина скорости света). Чтобы убрать такого рода эффекты и повысить точность, Оле Рёмеру потребовалось наблюдать прохождение звёзд через меридиан с точной заметкой момента времени. Для этого он взял подзорную трубу, закрепил её на горизонтальной оси, и эту трубу расположил в плоскости меридиана. Затем стал смотреть, в какой момент времени та или иная звезда пересекает плоскость меридиана (механические маятниковые часы стояли рядом). Такое использование видимых звёзд сразу позволило увеличить точность поверки времени до 1 минуты в сутки и уйти от эффектов орбиты Земли и неравномерности движения Солнца.

Потому что движение видимых звёзд, наблюдаемое в плоскости меридиана, определяется только эффектом собственного вращения Земли.

Благодаря этому произошло следующее повышение точности времени: в течении 18–19 веков механические системы часов совершенствовались, точность их возрастала, и к концу 19 века измеряемая с помощью звёзд как эталона

точность времени достигла 1/10 секунды.

Но затем в игру вступили уже следующие эффекты. Оказалось, что вращение Земли вокруг своей оси также является неравномерным. Так устроена жизнь — исследуя какое-то явление, какой-то эффект, мы всё время наращиваем нашу точность, аккуратность, применяем всё новые и новые технологии (как это сейчас называется) для измерений. И на каждом очередном этапе обнаруживаем, что существуют какие-то новые физические явления, которые вот «всплывают» по мере того, как точность наших измерений возрастает. Когда точность увеличилась до десятых и сотых долей секунды на сутки, обнаружился эффект неравномерности вращения Земли вокруг своей оси. Заметить это раньше было, конечно, невозможно.

Можно назвать три основных эффекта, из-за которых Земля вращается неравномерно. Во-первых, у Земли есть вековое замедление собственного вращения. Наш спутник Луна вызывает в теле Земли деформации, т. е. приливы, и торможение из-за приливного трения увеличивает продолжительность суток примерно на две тысячные секунды за столетие. Кроме этого у Земли есть годичные вариации скорости собственного вращения, они составляют около 0,0025 секунды на сутки. То есть продолжительность суток летом и зимой немножечко отличаются. И, плюс к этому, у Земли наблюдаются нерегулярные скачкообразные изменения продолжительности суток, амплитуда этого эффекта примерно 0,004 секунды. Это связано, по видимому с внутренними движениями в теле Земли. То есть оказалось, что если мы, сидя на вращающейся Земле, пытаемся свои часы контролировать по видимым звёздам, то всплывают вот такие эффекты неравномерного вращения Земли.

Чтобы уйти от этого, в 1900 году Ньюком предложил равномерное **эфемеридное** (ньюкомовское) время. Это условная шкала времени, которая нивелирует все эти природные явления: и неравномерности движения Солнца за счёт орбиты Земли, и ошибки собственного вращения Земли. Основой для эфемеридного времени был взят так называемый тропический год — период обращения Земли по орбите вокруг Солнца. Это более длинный период времени, и он более устойчивый. Все эффекты, которые влияют на продолжительность тропического года, существенно более слабые. Эта шкала времени легла в основу часов с 1900 года и действовала до 1972 года, когда было принято так называемое **«атомное» время** на основе атомных стандартов частоты.

На этом в части эталонных часов все известные нам и видимые простым взглядом отдельные небесные тела, по-видимому, исчерпываются. А человечество хотело повышать точность и дальше. Вы знаете, что сейчас точность 1/100 секунды в сутки мало кого устраивает, все хотят иметь более точное время. Для этого пришлось перейти к следующим классам объектов.

Первый класс объектов — это Солнечная система в целом: Солнце, все планеты и Земля, как ансамбль тел, движущийся целиком. Поскольку планеты влияют друг на друга за счёт собственного тяготения, они вносят взаимные возмущения и в свои движения по орбитам. Для того, чтобы все эти эффекты были сглажены, было введено так называемое **барицентрическое время**. Это — время, текущее равномерно в центре масс солнечной системы (а центр масс всей Солнечной системы находится хотя и внутри Солнца, но не в его центре).

В барицентрическое время включены все наблюдательные поправки, связанные с движением всех тел Солнечной системы. За счёт того, что этот ансамбль тел движется достаточно согласованно, то есть все колебания отдельных тел нивелируются в ансамбле, это время существенно более точно и стабильно. Сюда же вводятся все поправки, которые даёт общая теория относительности[1].

Вот такая сложная система сейчас функционирует, обеспечивая равномерный отсчёт течения времени и периодическую выдачу сигналов точного времени, которые транслируются через системы связи. В основе точности системы, которой мы пользуемся, лежат технологически атомные стандарты частоты. Их относительная точность (собственная стабильность частот) сейчас достигает 10^{-16}. Ошибка в 1 секунду атомными стандартами накапливается примерно за миллион лет. А поверочной системой для этих стандартов является барицентрическое время Солнечной системы, то есть вся совокупность наблюдательных данных по Солнечной системе вместе взятых.

Кроме этого, всегда полезно иметь независимые физические системы, по которым вы можете поверять время таким же образом. На сегодняшний день был найден только один класс физических объектов, который имеет сопоставимую точность и полностью физически независим от Солнечной системы. Это так называемые пульсары. Наверное вы знаете, что звёзды в процессе своей эволюции после того, как они вырабатывают в себе ядерное топливо, сбрасывают внешнюю оболочку, и от них остаётся так называемая нейтронная звезда. Это очень компактный объект, куда собрана бóльшая часть массы звезды. И, за счёт того, что этот объект компактный, он быстро вращается. За счёт сильного магнитного поля, которое тоже «сжалось» на эту нейтронную звезду (фактически остаток прежней звезды), возникает такое горячее пятно, на которое с высокими скоростями падает плазма и которое очень ярко излучает в радиодиапазоне. Получается направленный луч, который вращается вместе со звездой в пространстве. Соответственно, в радиодиапазоне получается аналог светового маяка. Пульсары вращаются очень быстро: их периоды вращения составляют миллисекунды. Каждый отдельный объект может обладать своими ошибками: в пульсарах происходят внутренние перестройки, и периоды их иногда меняются. Период каждого отдельного пульсара также может меняться с течением времени вековым образом. Но когда вы берёте сотни пульсаров — а их уже несколько сотен известно и наблюдается — они образуют ансамбль объектов, суммарно достаточно стабильных по времени и, самое главное, полностью физически независимых от нашей Солнечной системы. На их основе строится точно также параллельная шкала времени — так называемое **пульсарное время**. И мы можем сравнивать эти две шкалы времени между собой.

Задание 3.

Почему звёзды не падают друг на друга? Могут ли они сталкиваться? Может ли наше Солнце «упасть» в центр Галактики? Как будут выглядеть

[1]На самом деле в рамках теории относительности невозможно корректно определить «центр масс» (как это делается в классической механике), и, в частности, центр масс Солнечной системы — это лишь условное название.

наши созвездия через галактический год?

В ответах нередко упоминались падающие звёзды. Как известно, «падающие звёзды» — это метеоры — мелкие пылевые частицы, которые с космическими скоростями влетают в атмосферу Земли, в верхних слоях атмосферы за счёт динамического трения о воздух нагреваются и начинают светиться — сгорают как правило. К счастью, это не звёзды, которые могли бы на нас упасть. Если входящие метеорные тела имеют больший размер — десятки сантиметров, тем более метры — такие тоже бывают, то они могут не сгореть полностью, а от нагрева, допустим, взорваться в верхних слоях атмосферы. Это явление называется болидом — когда достаточно яркое тело проходит земную атмосферу, светится или взрывается. Если какие-нибудь фрагменты выпадают на поверхность земли, то они называются уже метеоритами.

Итак, «падающие звёзды» — это не звёзды. Почему же настоящие звёзды не падают друг на друга?

Многие в ответах упоминали так называемые двойные и кратные звёзды. Действительно, большинство звёзд в нашей Галактике (и, по-видимому, в других тоже) входят в группировки, — живут не одиночной жизнью, а являются членами пар — соответственно, это двойные звёзды. Двойные звёзды просто наиболее известны, поскольку они могут быть довольно близкими между собой и поэтому они наиболее хорошо наблюдаемы. Если они между собой физически, т. е. гравитационно связаны — то они совместно вращаются и движутся по орбитам, которые определяются законами Ньютона и Кеплера. При этом они, естественно, не сталкиваются, т. к. имеют запас кинетической энергии, который препятствует их сближению и столкновению между собой.

Кратные звёзды обычно возникают совместно возникновения, потому что звёзды рождаются целыми группами из газопылевых облаков. И если они не разлетятся, то могут образовывать кратные системы, сложно организованные в динамическом отношении. Например, наблюдаются системы из 6 звёзд и более. Опять-таки, это системы звёзд, которые гравитационно друг с другом связаны, они образуют единый ансамбль, вращаются вокруг друг друга по разным и устойчивым орбитам, и поэтому друг на друга не падают.

А что можно сказать о других звёздах, которые, видимо, не входят в такие устойчивые коллективы? Любые звёзды, как известно, не являются неподвижными объектами — они движутся в пространстве. У всех звёзд наблюдается собственные движения различной величины. Во первых, в картинной плоскости они наблюдаются за счёт того, что положение звезды может смещаться относительно других звёзд поперёк луча зрения. Скажем, так называемая Летящая звезда Барнарда — рекордсмен по собственному движению, — смещается примерно на 10 угловых секунд в год. То есть за 100 лет она перемещается на небе почти на размер видимого диска Луны. Вдоль луча зрения звёзды тоже движутся. Этот эффект наблюдается за счёт смещения спектральных линий в спектре звезды, — её лучевой скорости. Звёзды могут как приближаться к нам, так и удаляться. Они имеют красное смещение линий в спектре, если удаляются от нас, или фиолетовое смещение — если к нам приближаются. Наиболее быстрым объектом является звезда, которая получила имя Каптейна, астронома, который занимал-

ся исследованиями движений звёзд в нашей Галактике. Она удаляется от нас со скоростью 245 километров в секунду (что даже больше, чем линейная скорость вращения диска Галактики в наших окрестностях, то есть скорость вращения по «орбите» Солнца вокруг центра Галактики).

Таким образом, все звёзды движутся, и движутся довольно быстро. И единственная причина, почему мы не замечаем этого невооружённым глазом — это просто потому, что звёзды от нас сильно удалены. Именно этот эффект — удаление звёзд от нас и удаление друг от друга — как раз и является тем объясняющим фактором, почему звёзды друг с другом не сталкиваются. На сегодняшний день прямого столкновения между собой для обычных звёзд астрономы пока ещё не наблюдали.

Чтобы понять соотношение размеров звёзд и расстояний между ними, давайте сравним эти величины. Ближайшая к Солнцу звезда — это Проксима Центавра, которая находится от нас на расстоянии 1,3 парсека[1].

А размер нашего Солнца составляет 700 тысяч километров. В данном случае отношение размера звезды к расстоянию между соседними звездами составит примерно $2 \cdot 10^{-8}$. Соответственно, отношение величин объёма, заполненного телом звезды, и «пустоты» между звёздами составит около $\left(2 \cdot 10^{-8}\right)^3 \approx 10^{-23}$. Поэтому понятно, что вероятность пространственного контакта между звездами (их «столкновения») ничтожно мала.

Известному астроному П. П. Паренаго принадлежит следующее образное сравнение расстояний и пространственных скоростей звёзд: две соседние звезды могут быть подобны двум вишням, одна из которых находится в Москве, а другая — в Туле, и движущимся со скоростью 1 м в год. (В этом случае из Тулы в Москву «вишня» по прямой «прилетит» примерно за 200000 лет, что вполне сопоставимо с характерными временами изменения видимых конфигураций созвездий.)

Но это не значит, конечно, что столкновение звёзд невозможно физически. Просто это очень маловероятное событие. Мы его пока не видели (может быть и хорошо, что не видели). Но такие вещи возможны.

При каких же условиях звёзды могут сталкиваться? Во-первых, Галактика населена неравномерно, помимо её средней плотности звёздного населения есть звёздные скопления — области пространства, где звёзды сгруппированы наиболее плотно. Например, в центре скопления Омега Центавра (см. http://www.astronet.ru/db/msg/1171158) плотность звёзд примерно в 10000 раз превышает среднюю плотность звёзд в окрестностях Солнца. Естественно, что в центрах плотных звёздных скоплений вероятность столкновения звёзд многократно повышается.

Также есть предположения — и они недавно публиковались — что массивные голубые звёзды (с массами порядка 100 масс Солнца; голубые — значит очень горячие звёзды — они светят очень ярко) в некоторых расчётах могут образовываться за счёт слияния двух или нескольких типичных звёзд. Опять-таки, это

[1]Парсек — часто используемая в астрономии единица длины, равная $3{,}08568 \cdot 10^{13}$ км. Это такое расстояние, с которого средний радиус земной орбиты виден под углом одна угловая секунда. Название происходит от «**пар**аллакс **сек**унды»

одна из гипотез формирования массивных звёзд, которая, по-видимому, тоже имеет право на жизнь.

Если мы направимся в те области пространства, где плотность звёзд ещё больше, например, в центрах галактик, то там также вероятность того, что звёзды между собой могут сталкиваться и взаимодействовать, будет возрастать. Нужно напомнить, что представляют собой типичные звёзды, и что с ними может происходить при тесном сближении. Звёзды — это не резиновые мячики, не бильярдные шары. Это самогравитирующие газовые (плазменные) тела. Лобовое столкновение двух звезд практически невероятно. Скорее всего речь может идти об их тесном сближении, когда звёзды сближаются на некоторое минимальное (т. н. прицельное) расстояние, и начинают существенно воздействовать друг на друга. При этом их траектория движения трансформируется, искривляется. За счёт взаимных гравитационных эффектов начинает меняться их форма: они начинают вытягиваться, с их поверхности истекают газовые потоки. Это довольно сложная газовая динамика. Тем не менее, такие тесные сближения звёзд — это эффекты возможные и, по крайней мере, они теоретически рассчитываются.

В качестве одного из наблюдательных эффектов, который, возможно, своей причиной имеет столкновение звёзд, можно назвать так называемые гамма-вспышки. Но гамма-вспышки, как предполагается, являются результатом столкновения не обыкновенных звёзд (они бы тогда не породили гамма-вспышку), а это столкновение либо двух нейтронных звёзд, либо столкновение нейтронной звезды и чёрной дыры.

Несколько слов о дальнейшей динамической судьбе нашего Солнца. Может ли наше Солнце упасть в центр Галактики? Опять-таки, Солнце обладает собственным движением, оно движется по орбите вокруг центра Галактики со скоростью примерно 220 км/сек. А период, за который мы вместе с Солнцем обходим центр Галактики по кругу, составляет примерно 220 миллионов лет. Это так называемый галактический год.

Для того, чтобы Солнцу «упасть» в центр Галактики, ему нужно сначала каким-то образом потерять всю свою кинетическую энергию, с которой оно движется по галактической орбите. Но потерять её не так просто. Если никто не повоздействует сильно на нас тем или иным образом, Солнце так и будет двигаться по этой орбите, по крайней мере на разумное число оборотов. Кстати, если мы сопоставим время жизни Солнца как звезды и Солнечной системы (это примерно 4,5 миллиарда лет) и длительность галактического года, то мы увидим, что наша планета Земля вместе с Солнцем уже несколько десятков раз облетели вокруг центра нашей Галактики. Естественно, что за это время наша планетная система и наше Солнце, наверное, испытали много разных встреч и взаимодействий с теми объектами, которые на этом пути могли нам встретиться.

А тем звёздам, которые потеряли свою кинетическую энергию и «спустились» к центру Галактики поближе, можно сказать, сильно не повезло — им действительно может угрожать опасность быть поглощёнными сверхмассивной чёрной дырой, которая располагается в центре Галактики. Последнее время относительно центра нашей Галактики появилось довольно много новой информации о том, как движутся там массивные звёзды вблизи центра. Дело в том, что сама сверх-

массивная чёрная дыра напрямую не наблюдается, она ничего не излучает, но те звёзды, которые имеют несчастье или счастье обращаться в ближайших её окрестностях — для них проведены наблюдения, и построены их траектории, — они достаточно резко меняют направление своего движения, когда проходят мимо центрального сверхтяжёлого объекта. На сегодняшний день наша центральная чёрная дыра пока ещё никого не «съела», но на периодах порядка миллионов лет такие события вполне возможны.

Ещё один подвопрос этого вопроса — как будут выглядеть привычные нам созвездия через галактический год (то есть через 220 миллионов лет)? Если мы вместе с Солнцем пропутешествовали вокруг центра нашей Галактики, то за это время, естественно, все те звёзды, которые сейчас составляют наши окрестности и звёздное население вокруг нас, — они за это время от нас уже уйдут. Не только за галактический год, а на самом деле за гораздо более короткие интервалы времени, скажем, за 10 миллионов лет, существенным образом меняется не только внешний вид звёздного неба — конфигурация созвездий, и всё остальное, — но и сам состав тех звёзд, которые вокруг нас находятся. Те звёзды, которые сейчас являются нашими соседями, от нас куда-то уйдут — по своим траекториям, по своим путям. Но взамен мы повстречаемся со многими другими звёздами, которые сейчас от нас далеко, нами не наблюдаются, но через ту или иную долю галактического года окажутся нашими новыми соседями.

Задание 4.

Какие Вы знаете открытые, потом забытые и вновь «переоткрытые» открытия (в области астрономии и наук о Земле)?

В связи с тем, что в древнем мире и в средние века наука, в том числе и астрономия, развивалась в нескольких цивилизациях во многом параллельно, многие принципиальные понятия и открытия открывались или «переоткрывались» в разных странах и в разные времена независимо или повторно.

В качестве нескольких таких примеров можно привести таблицу с указанием явлений, авторов и дат таких открытий, приведённую в критериях проверки работ (стр. 201)

Большинство участников Турнира упомянуло переоткрытие Америки Колумбом, что признавалось верным ответом в отношении географии.

Задание 5.

Знаете ли Вы случаи, когда небесные тела движутся не так, как следует по закону тяготения Ньютона? Какие силы за это ответственны?

Во-первых, я упомяну так называемые видимые эффекты отклонений в движениях. Можно вспомнить о наблюдаемом эффекте, который состоит в запаздывании затмений спутников в системе Юпитера: величина этих задержек от расчётного, равномерного времени может составлять до 16 минут, Их обнаружил почти случайно Оле Рёмер в середине 17 века, и поначалу они были совершенно непонятны. Впоследствии оказалось, что эти запаздывания — не что иное, как

просто следствие того факта, что свет имеет конечную скорость распространения, и это время ему необходимо для прохождения орбиты Земли поперёк. В одних случаях, когда Земля и Юпитер находились по одну сторону от Солнца, расстояние между Землёй и Юпитером меньше на астрономическую единицу, соответственно, свет приходит быстрее. Через полгода, когда Земля уходила на другую сторону, расстояние между Юпитером с его спутниками и Землёй увеличивалось на 2 астрономические единицы — на диаметр земной орбиты. В этот период свету требовалось дважды по 8 минут, чтобы пробежать это расстояние (скорость света 300000 км/сек), а наблюдателю на Земле казалось, что движение спутников Юпитера вдруг оказалось замедленным (отстающим) на 16 минут.

Естественно, тогда никакого вразумительного объяснения «сходу» придумать не удалось. Воспринимали это наблюдение как артефакт — очевидное явление, суть которого непонятна. Это было удивительно. Но я об этом упоминаю только потому, что это видимый эффект, но никакого реального воздействия на движение спутников, конечно, здесь не происходит. Они двигались, как и положено, по теории тяготения Ньютона, которая, правда, была описана Ньютоном позже.

Как вы опять-таки, наверное, знаете, триумфальным подтверждением правильности Закона всемирного тяготения, теории Ньютона и расчётов движения небесных тел по ней был предрасчёт момента очередного возврата кометы Галлея. Комета Галлея — это периодическая комета, которая к нам приходит каждые 76 лет. Последний её приход был в 1986 году, а следующий предстоит в 2062 году. Пометьте себе, не забудьте посмотреть — будет красиво, всего 50 лет осталось, не так много. Когда за кометами стали следить более-менее систематически, начали их записывать — кто, когда, куда пришёл, то оказалось, что есть кометы, которые через достаточно равные промежутки времени приходят к Земле и наблюдаются в разные эпохи, разные времена и имеют близкие параметры орбиты. Возникло, естественно, предположение, что не одно и тоже ли это физическое тело. Предположение здравое. Для этого надо было примерно рассчитать, в какое время, в каком году она придёт следующий раз. Это было сделано. На основе, естественно, теории тяготения Ньютона. И более того — на основе этой теории тяготения были учтены гравитационные воздействия планет-гигантов, мимо которых комета Галлея путешествовала. Были внесены эти поправки. И оказалось, что с учётом этих поправок комета пришла именно тогда, когда вот надо было ей прийти. За что все ей сказали большое спасибо за наглядное и расчётное подтверждение правильности теории тяготения Ньютона.

Поэтому понятно, что в небесной механике эта теория является основой. И все остальные вещи, о которых я сейчас буду упоминать — они имеют характер либо поправок, либо, наоборот, искажений к ней.

Первое искажение я упомянул — это возможное гравитационное возмущение от третьего тела. Пусть у нас есть центральное тело — например, Солнце. Вокруг него кто-то вращается, например, комета. То, естественно, это будет кеплерова орбита, и движение будет подчиняться законам Ньютона. До тех пор, пока это система двух тел. Когда появляется третье тело — например, какая-нибудь большая планета — возникает взаимное тяготение между участниками процесса, возникает гравитационное возмущение. И, естественно, эти орбиты

начинают двигаться по-другому. Если посчитать правильно, как это было в случае с кометой Галлея, то всё хорошо, всё сойдётся. Если это забыть посчитать или неправильно посчитать, то может не сойтись. И возникнут неожиданные гравитационные возмущения.

К слову сказать, именно этот эффект гравитационных возмущений от Юпитера по отношению к астероидам (пояс астероидов) является причиной того, что в поясе астероидов отсутствуют те объекты, которые бы могли иметь период обращения, кратный с Юпитером. Потому что в данном случае они попадают в так называемый гравитационный резонанс, они на каждом обороте получают дополнительное возмущение от Юпитера. Хотя на каждом шаге это возмущение очень мало, но если периоды синхронизованы — оно будет накапливаться, накапливаться, накапливаться. И в конечном счёте за счёт этих малых, но синхронных доз гравитационного возмущения орбита астероида может претерпеть столь большие итоговые возмущения, что астероид уйдёт со своей траектории. И дальше его судьба может быть различной. Он может полететь каким-то другим образом.

Следующий эффект, который мы можем упомянуть — это так называемые приливные силы. Все мы знаем о приливах, которые мы можем наблюдать на Земле. Точнее говоря — на воде, на водной поверхности Земли. Это гравитационные воздействия нашего ближайшего соседа — Луны. Но как это не странно, опять-таки, очень малые по своей абсолютной величине гравитационные воздействия могут быть и между другими телами тоже. И, в частности, например, вот такой эффект гравитационного резонанса наблюдается между Венерой и Землёй. Потому что Венера в ходе своего орбитального движения периодически с Землёй сближается. Соответственно, когда Венера и Земля по одну сторону Солнца — у них маленькое расстояние между собой, когда Венера уходит на другую сторону Солнца — у неё максимальное удаление от Земли. И оказалось, что в моменты наибольшего сближения между Венерой и Землёй Венера оказывается повёрнутой к Земле одним и тем же полушарием. То есть собственное вращение Венеры за счёт этих приливных эффектов — гравитационного резонанса — оказалось согласованным с её орбитальным движением таким образом, что при сближении с Землёй она оказывается повёрнутой одной и той же стороной.

Собственно, самый наглядный такой гравитационный резонанс вы увидите на Луне — потому что Луна у нас повёрнута одной и той же стороной к Земле всегда. Но это уже настолько обыденный факт для всех земных жителей, что этому как-то никто особо не удивляется. Хотя можно было бы удивиться — это тоже эффект синхронизации осевого вращения и орбитального движения таким образом, что тело оказывается повёрнутым к своему притягивающему центру всегда одной стороной.

Следующий эффект — не то чтобы малый, просто он возникает не всегда — это сопротивление среды. Идеальное движение по законам Ньютона будет тогда, когда тело движется без сопротивления среды. Как только вы попадаете в среду и начинаете двигаться в среде — у вас возникает сила торможения — противодействия среды. Самым наглядным проявлением для Земли является падение метеоров в нашей атмосфере. Маленькие частички космической пыли, которые влетают в верхние слои атмосферы, не продолжают своё движение по орбите

вокруг Солнца, как они двигались до сих пор, а влетают в атмосферу, начинают тормозиться, нагреваться, сгорают. Допустим, у нас есть спутник, который летает вокруг Земли. Если перигей у него будет достаточно низко — он может «чиркать» за атмосферу Земли. Соответственно, в этой части будет возникать сила аэродинамического торможения. И он претерпит орбитальные возмущения, потеряет часть энергии в атмосфере и у него орбита будет эволюционировать — он станет ниже летать. Кончится это дело тем, что он, потеряв достаточное количество потенциальной и кинетической энергии при движении в верхних слоях атмосферы, начнёт двигаться просто по круговой орбите. И если это будет происходить в достаточно плотных слоях атмосферы — дальше он по спирали будет спускаться всё ниже и ниже, пока, соответственно, не сгорит в атмосфере Земли и не прекратит своё существование. Вот таким образом, в данном случае — за счёт аэродинамического эффекта — мы имеем прямое отклонение от законов Кеплера и Ньютона. По этой схеме происходит снятие с орбиты практически всех космических аппаратов, которые функционируют на низких орбитах и которые нужно убрать. Обычно их топят в океане. За счёт придачи тормозного импульса.

Следующий эффект движения тел как бы не совсем по законам Ньютона, а с привлечением дополнительных сил — это эффект давления света. Опять таки, очень маленький эффект в количественном отношении, но если его копить достаточно долго, то можно получить существенное приращение к своему движению. На эту тему есть несколько проектов (пока ещё не осуществлённых технологически), которые называются «Солнечный парус». То есть спутники могут распускать в свободном пространстве такую тонкую плёнку на достаточно большой собирающей площади и пользоваться световым давлением, которое будет солнечный свет оказывать на такой парус, для получения дополнительного импульса движения.

Один из вариантов работы с приближающимися астероидами, опять-таки на практике пока ещё не проверенный, а только обсуждаемый гипотетически, состоит в том, чтобы на астероид наносить краску с теми или иными свойствами. Скажем, если за счёт покраски изменить его альбедо (коэффициент отражения света поверхностью), например, сделать чёрным или почти зеркальным, то изменится сила давления солнечного ветра, действующая на астероид в направлении от Солнца, возникнет дополнительный возмущающий эффект к его обычному движению, и он будет двигаться уже не по той траектории, по которой летел изначально. При этом может возникнуть изменение радиуса первоначальной орбиты или изменение ориентации плоскости орбиты, что даёт возможность добиться хотя и небольшого по величине, но важного пространственного смещения.

Ну и здесь я упомяну ещё один объект, который очень хорошо работает за счёт светового давления. Но, правда, это не сам объект — это хвост кометы. Дело в том, что сама комета является объектом довольно компактным. Скажем, комета Галлея, о которой мы говорили, имеет размер ядра около 10 километров, и она летает более-менее без воздействия сил светового давления — они там слишком ничтожны. А вот когда комета начинает испаряться, образует газопылевую кому вокруг ядра, а потом эта кома освещается Солнцем — то вот

здесь эффект светового давления как раз и наблюдается, что называется, воочию. Потому что за счёт давления солнечного света у кометы вырастает хвост, который в пространстве может протягиваться на миллионы километров. Это, конечно, не само небесное тело — ядро продолжает лететь по той траектории, по которой летело раньше. Но тем не менее элемент такой украшения, который «развевается» по солнечному ветру.

Говоря о кометах, я хочу упомянуть ещё один эффект, который вносит поправки в орбитальное движение уже центрального ядра кометы — это реактивные силы, которые могут возникать на поверхности комет за счёт испарения газов с них. Ядро кометы при приближении к Солнцу освещается Солнцем. Естественно, освещённая часть нагревается. Правда, надо сказать, что ядра комет тоже обладают собственным вращением, а вращаются они довольно хаотическим образом. Но тем не менее за счёт нагрева солнечным светом (не ветром уже, а светом) часть поверхности кометы нагревается, здесь вполне может происходить переход в газообразное состояние части вещества под коркой, и из кометы могут вырываться струи пара и газа — вещества, которое перешло из твёрдого состояния в газообразное. Это такие получаются реактивные струи. Кстати, они очень хорошо были видны на съёмках ядра кометы Галлея в 1986 году. Возникает реактивный эффект, как от двигателя. Если вы пускаете струю газа в одну сторону, то естественно, что центральное тело — в данном случае ядро — будет испытывать довольно существенные отклонения в противоположную сторону. Опять-таки, на этом эффекте тоже предлагается один из методов отклонения приближающихся астероидов, который состоит в том, чтобы сажать на астероид ракету и включать ракетный двигатель в нужную сторону.

Это, конечно, может быть фантастические вещи. Потому что нужно оценивать количественные эффекты. Ну вот, как говорят, в ближайшее время предстоит два близких сближения с астероидом Апофис (99942). Одно — в 2029 году, другое — в 2036. Как говорят, существует вероятность того, что, проходя в 2029 году рядом с Землёй, Апофис попадёт в так называемую «гравитационную ловушку», после которой траектория астероида отклонится таким образом, что он может столкнуться с Землёй. Посмотрим-посмотрим... Возможный эффект будет заведомо больше, чем эффект от Тунгусского метеорита. Для того, чтобы вычислить более точную траекторию полёта астероида, на нём нужно будет установить передающее радиоустройство.

Помимо испускания реактивных струй ядра комет могут испытывать даже полный распад, то есть просто разваливаться на куски. Естественно, что тогда осколки ядра за счёт дополнительного импульса начинают лететь по траекториям, которые уже существенно отличаются от первичной, чисто «ньютоновской» траектории.

Следующий момент связан с эффектами общей теории относительности. В нашей Солнечной системе есть как бы такой проверочный феномен (проверочное явление), по которому, собственно, общая теория относительности и проверялась. То есть было показано, что работают именно расчёты по теории Эйнштейна, в отличие от точных расчётов по теории Ньютона. Это так называемый эффект смещения перигелия орбиты Меркурия вокруг Солнца. Меркурий — это ближайшая к Солнцу планета. У его орбиты есть афелий и перигелий (то есть

ближайшая к Солнцу точка). Благодаря тому, что Солнце, к нашему счастью, — не массивная звезда, а звезда средней массы, среднего класса, мы с вами и можем жить в его окрестностях. То есть эта масса относительно маленькая — скорее даже не средняя, а маленькая по масштабам звёздных масс. Но, тем не менее, масса оказывается достаточной для того, чтобы орбита Меркурия испытывала дополнительный эффект от искривления пространства — этот эффект считается в общей теории относительности. И за счёт этого происходит вековое смещение перигелия орбиты Меркурия дополнительным образом по отношению к тому, как это было бы при движении по теории Ньютона. Этот эффект, опять-таки, давно известен, наблюдается и чётко рассчитывается.

Если говорить об объектах большой массы, то там, конечно, общая теория относительности будет играть уже доминирующую роль. Там движение всех объектов нужно, конечно, считать уже по теории Эйнштейна, а не по теории Ньютона — просто потому, что там уже начинают действовать очень большие массы и искривление пространства становится определяющим. Естественно, что движение в окрестностях чёрных дыр (например, в активных ядрах галактик), конечно, считается уже не по теории Ньютона. Не потому, что она неправильная — хочу специально подчеркнуть, — а потому, что условия, в которых мы должны её применять, оказываются слишком экзотическими для того простейшего случая, который к теории Ньютона, собственно, и относится.

Задание 6.

Когда иссякнет Солнце? (и почему оно сейчас светит?) Что будет светить после? Существует ли «вечный» свет?

Несколько слов о том, почему Солнце сейчас светит и как долго оно будет светить. Прежде всего сразу хочу заметить, что очень многие школьники, к сожалению, всё-таки путают два принципиально разных физических процесса. Во-первых, есть горение химических веществ, которое нам привычно — например, на Земле это горение костра, или газа на кухне и т. д. Это всё процессы химических реакций, которые называются горением. Атомы любого вещества состоят из положительно заряженного ядра в центре, и отрицательно заряженных электронных оболочек вокруг. Нужно напомнить, что любая химическая реакция — это есть взаимодействие электронных оболочек атомов и молекул, обмен энергиями, и выделение энергии в процессе этих взаимодействий. Сами ядра химических элементов в ходе химических реакций не изменяются.

Солнце светит за счёт термоядерной реакции, которая тоже иногда не вполне точно называется «горением» водорода. Но это не химическая реакция горения водорода, а именно превращение ядер водорода в ядро гелия. У водорода ядро предельно простое — это просто один протон. И первичной реакцией, термоядерной реакцией, которая обеспечивает энергетику Солнца и других обыкновенных звёзд, является т. н. протон-протонная реакция, когда из двух протонов за счёт нескольких реакций слияния в конечном счёте образуется ядро гелия, которое содержит 2 протона и 2 нейтрона, или по-другому это называется альфа-частица.

За счёт такого термоядерного синтеза выделяется энергия (см. также рис. из вопроса № 1, стр. 166), которая разогревает недра звезды — в данном случае нашего Солнца. В центре Солнца температура плазмы достигает около 15 миллионов градусов. Эта выделяющаяся из центральной части Солнца энергия начинает затем переизлучаться, выходит во всё более и более внешние слои. На поверхности Солнца мы можем наблюдать раскалённую плазму с температурой около 6,5 тысяч градусов, которая, собственно, и светит нам как дневное светило. Здесь ещё раз напоминаю, что на Солнце никогда нельзя смотреть невооружённым глазом — иначе своё зрение Вы можете повредить, это довольно яркое свечение. Собственно, все, кто бывал на пляже, это знают.

Вопрос о том, когда иссякнет Солнце. По оценкам, которые следуют из построенной сейчас общей теории эволюции звёзд, наше Солнце образовалось совместно с нашей планетной системой из газо-пылевого облака примерно 4,5 миллиарда лет тому назад. Примерно тогда же в недрах Солнца начались термоядерные реакции и первоначальный газовый шар превратился в звезду. Произошёл граничный газовый переход — будем так называть — от просто сжимающегося под действием собственной гравитации газового шара к активно работающей и самосветящейся звезде.

Когда в ядре сжимающейся молодой звезды загораются термоядерные реакции, она начинает светить уже собственным излучением, а затем каждая звезда начинает жить своей жизнью, проходить свою эволюцию. Её судьба в первую очередь зависит от стартовой массы, которую звезда получила при рождении. Масса нашего Солнца, и эволюция, которая этой массе соответствует, состоит в том, что сейчас наше Солнце светит уже примерно 4,5 миллиарда лет и за это время оно полностью сформировалось. То есть всё, что должно было при образовании звезды сжаться, сжалось в тот размер, который мы сейчас наблюдаем, а внешние слои прежней газопылевой оболочки разошлись во внешнее пространство под давлением солнечного ветра (потока заряженных частиц) и излучения. В итоге Солнце сейчас живёт как такая вот самосогласованная энергетическая система, в которой производство энергии и её излучение примерно сбалансированы.

Отметим, что удельное (на единицу массы) энерговыделение Солнца составляет всего примерно $2 \cdot 10^{-4}$ Вт/кг, то есть примерно такое же, как у кучи преющих опавших листьев, и намного меньше, чем в организме человека. (Средняя плотность Солнца при этом вполне «земная» — всего 1,4 г/см^3.) Правда, нужно иметь в виду, что Солнце — маленькая и слабая звезда, удельная мощность у гигантов намного выше.

Естественно, что запасы термоядерного топлива — водорода — в любой звезде не безграничны, и процесс переработки водорода в гелий будет идти с современном темпе и дальше до тех пор, пока химический состав Солнца не претерпит существенных изменений.

А вот существенные изменения химического состава Солнца у нас произойдут через интервал времени примерно ещё 5 миллиардов лет. Исходя из существующей теории эволюции звёзд, с той массой, которую имеет Солнце, у нас в запасе есть ещё примерно столько же времени, сколько Солнце уже просуществовало, на то, чтобы мы могли пользоваться им и дальше как достаточно

удобным, спокойным и примерно равномерным источником света. Однако, за это время нам с вами надо будет к дальнейшей эволюции Солнца подготовиться.

Примерно через 5 миллиардов лет за счёт термоядерных реакций накопится уже достаточно много более тяжёлых элементов, внешние слои Солнца станут менее прозрачными, и Солнце начнёт переходить сначала в фазу красного гиганта. За счёт давления излучения изнутри оболочка Солнца начнёт потихонечку увеличиваться в размерах, и Солнце начнёт раздуваться. Процесс этот будет небыстрый, тоже займёт несколько сотен миллионов лет. Солнце постепенно превратится в красного гиганта — то есть у него будет более горячее гелиевое ядро и достаточно холодная внешняя оболочка. Температура, характерная для красных гигантов, составляет примерно 3 тысячи градусов на поверхности, а размер этой оболочки может достигать примерно орбиты Марса. Естественно, что вся внутренняя часть планетной системы, включая нашу Землю, к сожалению, при этом исчезнет — окажется в составе внешней атмосферы красного Солнца. Как будут в это время развиваться события на внешних планетах-гигантах — это вопрос отдельный.

А потом у Солнца возможен вариант, когда произойдёт сброс этой оболочки, и останется только гелиевое ядро — так называемая звезда Вольфа-Райе. Это — чисто гелиевая звезда, которая светит за счёт накопленной тепловой энергии от ранее прошедших реакций.

Существуют объекты, которые могут светить наиболее долго, и даже дольше, чем нынешний возраст Вселенной, то есть имеют время жизни (или характерное время своего свечения) порядка 10 миллиардов лет и больше. Это, например, такие объекты, как маломассивные звёзды — так называемые коричневые карлики. Это звёзды, которые из-за своей малой массы эволюционируют очень медленно — медленно сжимаются под собственным гравитационным воздействием и термоядерные реакции в недрах которых имеют очень малую интенсивность. За счёт такой «вялой» эволюции они и живут очень долго.

Другой пример долгосветящих объектов — это белые карлики — то, что остаётся от взрывов звёзд: это их бывшие компактные ядра. Они долго светят просто за счёт того, что они маленькие, поэтому общий объём излучаемой ими энергии очень мал, и они, соответственно, могут остывать долго. Вот они долго и остывают.

И третий тип объектов долгоживущих и долгосветящихся — это нейтронные звёзды. Этакие остатки после взрыва сверхновых звёзд — ещё более плотные и компактные объекты. Размеры нейтронных звёзд могут составлять всего-навсего десятки километров. И естественно, что эти объекты тоже будут жить в таком состоянии достаточно долгое время.

И теперь — последний подвопрос — существует ли «вечный» свет? Для нашей Вселенной, наблюдаемой нами сейчас, более менее понятие «вечного света» можно применить, по видимому, только к одному физическому явлению — так называемому реликтовому излучению. На ранних стадиях развития Вселенной из первичного горячего состояния в тот момент, когда произошло отделение вещества от излучения, образовалось излучение, которое сейчас заполняет весь объём нашей Вселенной. Тогда, при его образовании, температура среды и излучения составляла около 10 тысяч градусов. При этой температуре произошла

первая комбинация, то есть соединение первых электронов с протонами и образование атомов нейтрального водорода.

А излучение, отделившись тем самым от вещества, смогло далее путешествовать по всей Вселенной уже независимо. За счёт того, что Вселенная с тех пор существенно расширилась и всё время продолжает расширяться, температура реликтового излучения всё время постепенно падет. И сейчас эта температура составляет 2,7 градусов Кельвина. Это очень длинноволновое радиоизлучение, которое, напомним, заполняет всю Вселенную, и которое является световым, электромагнитным откликом раннего этапа нашей Вселенной.

В общем-то, это излучение можно называть «вечным светом» в том смысле, что дальнейшая его судьба состоит в такой же эволюции: оно будет заполнять всю Вселенную, и по мере того, как Вселенная будет расширяться и дальше, температура этого излучения будет по-прежнему уменьшаться и уменьшаться. Но оно при этом никуда не денется. Мы его наблюдаем сейчас и сможем наблюдать неограниченное число лет и дальше — вопрос только в нашей технике.

Кроме названных выше, в природе могут существовать и такие источники длительного (и, может быть, неограниченного) по времени излучения, как гипотетические «белые дыры» и «кротовые норы», но о них — рассказ в следующий раз.

Задание 7.

Во сколько раз длина тени Останкинской телебашни в Москве больше в полдень 22 декабря, чем в полдень 22 июня? Можно ли Останкинскую телебашню использовать в качестве гномона для солнечных часов? (Общая высота 540 метров, диаметр внизу башни 18 метров.)

По этой теме хотелось бы поделиться двумя впечатлениями.

Первый эффект состоит в том, что сейчас все желающие (в том числе школьники — участники Турнира) могут активно пользоваться Интернетом и другими информационными системами. Уже некоторое время появился такой инструмент, как электронные спутниковые карты (Яндекс-карты, Google-карты), на которых каждый желающий может прямо в компьютере найти, например, свой дом и посмотреть, как его дом выглядит сверху, со спутника. Точность снимков сейчас такова, что все здания видны по отдельности, поэтому каждый может свой дом легко найти. Также хочется посмотреть, как же выглядят о спутника другие красивые и наиболее интересные объекты. Не только те места, куда путешествуем, — горные вершины, моря, озёра и так далее, но и такие выдающиеся инженерные сооружения, как, например, мосты или телебашни. Когда вернётесь домой — откройте Яндекс- или Google-карты, и посмотрите, как выглядит Останкинская башня из космоса. Очень чётко видна вся эта местность — территория Телецентра, сам технический центр, пруд и усадьба Останкино — всё прекрасно видно. И поперёк всех строений немножечко наискосок «ложится» чёткая тень башни. Направление тени зависит, естественно, от времени, когда делался конкретный спутниковый снимок. Это — само по себе очень забавное зрелище.

А второй эффект состоит в следующем. Сама Останкинская башня уникальный и особенный по форме объект — она очень высокая и очень тонкая, как игла. Собственно, в этом и состоит ее функциональное назначение (см. также http://www.tvtower.ru/56_HistoryMRC/). Поэтому, если в один прекрасный день посмотреть на Останкинскую башню с северной стороны с достаточного расстояния (например, из Останкинского парка), то шпиль башни может спроецироваться на диск Солнца. Тогда окажется, что видимый диаметр Солнца будет больше видимого диаметра тонкой верхней части башни. Понятно, что в этом случае в месте наблюдателя должна была быть тень, но тени нет.

В предложенном на Турнир вопросе содержится несколько подвопросов, и первый из них состоит в следующем. Любой тонкий объект, вертикально воткнутый в землю (т. е. гномон), должен бросать тень, которая должна лежать на поверхности Земли и поворачиваться в зависимости от видимого суточного движения Солнца (т. е. собственного вращения Земли). В этом состоит стандартное использование гномона (см. также задание № 2, стр. 172).

Спрашивается, будет ли это делать тень от Останкинской башни? Опять-таки на спутниковых снимках чётко видно, что, конечно же, это так. Почему бы и нет?

Следующий вопрос — а какой длины будет эта тень? Те, кто на этот вопрос отвечали, писали, что тень падает на север (раз в тексте вопроса речь идёт о полудне — Солнце находится над точкой Юга). Длина этой тени, естественно, будет зависеть от высоты Солнца над уровнем горизонта. День 22 июня — это летнее солнцестояние, когда солнце в северном полушарии поднимается выше всего, и его высота над горизонтом в Москве достигает 56°. А, соответственно, 22 декабря, в день зимнего солнцестояния, солнце самое низкое, его высота в этот день в полдень в Москве составляет всего 11°. Понятно, что от высокого Солнца будет короткая тень башни, а от низкого Солнца тень от башни должна быть существенно более длинная.

Какое же будет отношение длин этих теней? В образованном прямоугольном треугольнике, где вертикальный катет — это башня (высота её 540 м), а угол около основания известен (56° летом, 11° зимой), нужно определить длину горизонтального катета. Отношение длин этих катетов составляет: $\operatorname{tg} 56^\circ / \operatorname{tg} 11^\circ = 7{,}627\ldots$, так что чисто формально зимняя тень башни должна была быть примерно в 8 раз длиннее, чем летняя.

Оказывается, что на самом деле это будет не так. Потому что в игру вступает второй фактор — любой объект бросает тень не бесконечной длины. Бесконечная тень может быть только тогда, когда источник света — точечный (и то, если пренебречь эффектами дифракции света). А Солнце — не точечный источник; его видимый угловой размер при наблюдении с поверхности Земли составляет около половины градуса. Поэтому тень от любого объекта (в том числе от башни), естественно, в пространстве будет представлять собой сходящийся конус с тем же самым углом в полградуса у своей вершины.

$$\operatorname{tg} 0{,}5^\circ = 0{,}00872\ldots \approx 1/100$$

Таким образом, находясь на Земле и будучи освещены Солнцем, любые объекты (и мы с Вами в том числе) не могут сделать свою тень длиннее, чем примерно

в 100 раз от своего наименьшего поперечного размера, т. к. с этого расстояния Солнце будет иметь уже больший угловой размер, чем освещённое тело, и лучи от разных краёв Солнца будут обходить его с разных сторон.

Останкинская башня неоднородная по ширине, у неё есть бетонный ствол, потом «стакан» (где находится ресторан «Седьмое небо»), и потом верхняя тонкая антенная часть (см. рисунок на следующей странице, взятый из http://www.tvtower.ru/56_HistoryMRC/).

Так вот верхняя тонкая металлическая часть башни (она имеет толщину около 4 м) тени на земле вообще никогда не даёт, потому что её тень заканчивается ещё в воздухе раньше, чем успевает достичь поверхности земли. Тень бросает только само бетонное сооружение, высота которого 385 метров, и большой «стакан» диаметром около 20 метров с наблюдательной площадкой и рестораном.

И дальше опять-таки возникает очень интересная «игра теней», будем так говорить. Если солнце высокое, то соответственно тень короткая — она ложится нормально, всё красиво выглядит. Если же солнце начинает опускаться (переходит в состояние зимнего солнца), тень удлиняется, и дальше возникает эффект схождения правой и левой границ тени друг с другом (под углом 0,5° — видимым угловым диаметром Солнца). Поэтому, как только тень начинает сильно удлиняться, она начинает просто «разваливаться» (точнее, «сливаться»): солнечные лучи с двух сторон начинают встречаться, и тень от башни на поверхности Земли «исчезает».

Если этот эффект учесть аккуратно, то будет понятно, что тень башни на самом деле не может увеличиться более чем в 3 раза. Как только солнце становится более низким, лучи солнца успевают «обойти» башню с противоположных сторон.

Отметим, что Останкинская башня, в том числе и её верхняя часть, кроме тени может создавать также «полутень», то есть частичное снижение освещённости участков земной поверхности. Область частичного затенения не имеет чётких границ и по форме соответствует башне, то есть в каком-то смысле похожа на тень. Такое затенение может хорошо наблюдаться на космических снимках, в том числе и использованных в качестве фона для онлайн-карт в интернете. Такую полутень нельзя назвать настоящей тенью, так как на поверхность Земли, занятую полутенью, падают прямые солнечные лучи. По этой же причине, непосредственно находясь в зоне полутени, заметить наличие этой полутени достаточно сложно.

Использовать Останкинскую башню как солнечные часы можно. Более того — это очень красиво. Но есть одна большая проблема — не очень понятно, откуда на эту тень можно было бы смотреть. В сущности, есть только два места, откуда хорошо можно увидеть тень Останкинской башни. Во-первых, со спутника (но на спутниках пока мало кто сидит), и, во-вторых, — со смотровой площадки самой башни.

Поэтому, как говорится, вы можете проверить, можете поверить, что тень есть, и она, соответственно, поворачивается вслед за Солнцем. При желании территорию вокруг башни можно было бы разметить под солнечные часы (например, с помощью зеркал). А вот чтобы на эти часы посмотреть — нужно будет вертолёт нанимать, потому что иначе их ниоткуда не увидишь.

Содержание химических элементов во Вселенной

Дополнение к заданиям № 1 и № 6

Космическая распространённость наиболее обильных элементов (по А. Камерону, 1982).

Элемент	Порядковый номер	Средняя масса, а. е. м.	Распространённость по числу атомов (нормировка $[\mathrm{Si}] = 10^6$)	Концентрация по массе
H	1	1,0087	$2{,}66 \cdot 10^{10}$	0,774
He	2	4,0024	$1{,}8 \cdot 10^{9}$	0,208
C	6	12,01	$1{,}11 \cdot 10^{7}$	$3{,}8 \cdot 10^{-3}$
N	7	14,01	$2{,}31 \cdot 10^{6}$	$9{,}3 \cdot 10^{-4}$
O	8	16,00	$1{,}84 \cdot 10^{7}$	$8{,}5 \cdot 10^{-3}$
Ne	10	20,21	$2{,}6 \cdot 10^{6}$	$1{,}5 \cdot 10^{-3}$
Na	11	22,99	$6{,}0 \cdot 10^{4}$	$4{,}0 \cdot 10^{-5}$
Mg	12	24,31	$1{,}06 \cdot 10^{6}$	$7{,}4 \cdot 10^{-4}$
Al	13	26,98	$8{,}5 \cdot 10^{4}$	$6{,}6 \cdot 10^{-5}$
Si	14	28,09	$1{,}0 \cdot 10^{6}$	$8{,}1 \cdot 10^{-4}$
S	16	32,06	$5{,}0 \cdot 10^{5}$	$4{,}6 \cdot 10^{-4}$
Ar	18	36,28	$1{,}06 \cdot 10^{5}$	$1{,}1 \cdot 10^{-4}$
Ca	20	40,08	$6{,}25 \cdot 10^{4}$	$7{,}2 \cdot 10^{-5}$
Cr	24	51,97	$1{,}27 \cdot 10^{4}$	$1{,}9 \cdot 10^{-5}$
Mn	25	54,94	$9{,}3 \cdot 10^{3}$	$1{,}5 \cdot 10^{-5}$
Fe	26	55,85	$9{,}0 \cdot 10^{5}$	$1{,}4 \cdot 10^{-3}$
Ni	28	58,73	$4{,}78 \cdot 10^{4}$	$8{,}1 \cdot 10^{-5}$

(См. Физика космоса. Маленькая энциклопедия. Под ред. Р. А. Сюняева. М. 1986.; http://www.astronet.ru/db/msg/1188613)

Распространение химических элементов в Галактике уменьшается с увеличением порядкового номера элемента (по А. Полянскому). Элементы с чётным номером (*1*) распространены больше, чем элементы с нечётным номером (*2*). (Ферсман А. Е. Геохимия. Л., 1934, т. I, с. 156.; http://himelem.ru/himz1-23.html)[1]

Содержания химических элементов во Вселенной в целом, в Солнечной системе и в недрах разных планет существенно отличаются.

Вселенная состоит в основном из водорода (75%) и гелия (24%), атомы которых имеют наиболее простое строение и образовались ещё в ранней Вселенной, до образования звёзд. Преобладание в масштабах Вселенной водорода свидетельствует о том, что он — исходный элемент для ядерных процессов синтеза более тяжёлых элементов. Все остальные химические элементы в сумме составляют всего около 1%.

В среднем распространённость элементов быстро падает с возрастанием атомной массы. Из последующих наиболее распространены углерод, азот, кислород, неон, натрий, магний, алюминий, кремний и железо, т. е. элементы, порядковый номер которых по таблице Д. И. Менделеева не превышает 27. При этом элементы с чётным массовым числом имеют обычно более высокую распространённость, поскольку ядра, состоящие из чётного числа протонов и чётного числа нейтронов, обладают более высокой устойчивостью.

[1]В качестве примера мы привели один из первых опубликованных графиков распространения химических элементов во Вселенной, в целом до сих пор не потерявший актуальности. Современные уточнённые данные по этому вопросу можно без труда найти в Интернете.

Наиболее распространённой термоядерной реакцией в звёздах является превращение водорода в гелий. Литий, бериллий и бор очень легко разрушаются при термоядерных реакциях, также превращаясь в гелий. Однако, синтез элементов не останавливается на образовании гелия. Этот элемент в следующих каскадах термоядерных реакций может образовать ядра углерода, кислорода, неона, которые далее в результате захвата ядер гелия преобразуются в ядра магния, кремния, серы, аргона и кальция. Распространённость элементов от C до Ca, ядра которых могут быть составлены из целого числа ядер гелия (α-частиц), относительно высока. Реакции синтеза при «гелиевом горении» требуют очень высокой температуры и происходят только в наиболее массивных звёздах, в недрах звёзд-гигантов, а также при термоядерных взрывах звёзд.

При этом выделяется очень высокий максимум для Fe (почти в 100 раз по сравнению с соседними элементами). Образование более тяжёлых ядер, содержащих большое число нуклонов, может происходить при последовательном захвате нейтронов. Резкое уменьшение обилия элементов с ростом атомной массы объясняется ограниченной мощностью источников нейтронов.

В земных и лунных породах, а также в метеоритах водорода и гелия мало, оттуда они улетучились за время эволюции планетных тел. В доступной части Земли наиболее распространены элементы.

Элемент	Атомный номер	Содержание, % по массе
O	8	49,4
Si	14	25,8
Al	13	7,5
Fe	26	4,7
Ca	20	3,4
Na	11	2,6
K	19	2,4
Mg	12	1,9
Ti	22	0,6
Прочие элементы		0,8

(Большая советская энциклопедия, изд. 3;
http://slovari.yandex.ru/dict/bse/article/00093/07500.htm)

При этом содержание элементов в земной коре отличается от содержания элементов во всей планете Земля, взятой как целое, поскольку химический состав коры, мантии и ядра Земли неодинаков. Так, ядро состоит в основном из железа и никеля. Таким образом, обилие железа по мере эволюции небесных тел существенно возрастает.

Объекты	Относительное содержание железа по массе
Ранняя Вселенная	0,0
Современная Вселенная	0,0014
Земная кора	0,047
Земное ядро	0,8

Критерии оценок и награждения

Было предложено 7 заданий. Каждое задание оценивалось целым неотрицательным количеством баллов по примерным критериям, приведённым в конце раздела.

Следует отметить, что приведённые критерии являются достаточно примерными, и решение о выставлении окончательной оценки принималось жюри. При этом наиболее типичными были две ситуации.

1) Школьник перечисляет объекты, имеющие отношение к ответу на поставленный вопрос, но не даёт пояснений, позволяющих убедиться в том, что автор ответа верно понимает рассмотренную в задании ситуацию и текст своего ответа. В этом случае решение о выставлении баллов жюри приходилось принимать в существенной степени произвольно.

2) Школьник хорошо разбирается в поставленном вопросе и даёт грамотный подробный ответ. При этом он, естественно, получает большое количество баллов. Но сколько именно баллов следует выставить — определить не очень просто, учитывая большое количество перекрёстных логических связей между различными элементами ответа. К тому же в этой ситуации подсчитанное в точном соответствии с формальными критериями количество баллов не отражает реальных успехов школьника в выполнении задания.

В связи с этим жюри была разработана система награждения, по возможности устраняющая названные проблемы.

При награждении учитывалась сумма баллов по всем заданиям, количество засчитанных заданий, а также класс, в котором учится участник.

Каждое задание считалось выполненными успешно (засчитывалось), если за него поставлено 5 или больше баллов.

Оценки «v» (грамота за успешное выступление на в конкурсе по астрономии и наукам о Земле) и «e» (балл многоборья) ставились в соответствии с таблицей (нужно было или набрать сумму баллов не меньше указанной в таблице, или количество засчитанных заданий не меньше указанного в таблице).

При оценивании в баллах каждого задания использовались следующие примерные критерии. (Разумеется, правильные ответы могли быть построены любым выбранным автором разумным способом, не обязательно точно совпадающим с приведённым, также оценивались все приведённые в ответах примеры, в том числе и непосредственно не указанные в критериях.)

В случае, если поставлена оценка «v», оценка «e» не ставится.

Класс	«e» (многоборье)		«v» (грамота)	
	сумма баллов	количество заданий	сумма баллов	количество заданий
$\leqslant 5$	3	—	5	1
6	5	—	9	1
7	7	—	11	1
8	8	—	14	1
9	8	1	15	2
10	9	1	16	2
11	9	1	18	2

Инструкция для проверяющих по оцениванию выполненных заданий в баллах

За хороший, логичный, разумный (с учётом возраста школьника) ответ ставится **5 баллов**.

Дальше нужно посмотреть критерии — если по ним получается больше баллов, то поставить больше.

Если ответ неразумный — также смотреть критерии и поставить столько баллов, сколько получается. (Обычно это будет немного или просто 0. Но иногда может получиться даже больше 5 — эти баллы, таким образом, школьник получит за начитанность и эрудицию.)

Разбалловку следует рассматривать исключительно как примерную и применять **творчески**. В частности, если в работе школьника есть разумная мысль, явно в разбалловке не указанная — эту мысль нужно оценить аналогично имеющимся критериям.

Если в работе имеется содержательное утверждение, в котором вы сомневаетесь — по возможности просьба проверить его в интернете.

1.

Указана гравитация как причина концентрации вещества в небесные тела.	2
Стратификация слоёв вещества по плотности под действием силы тяжести.	3
Различные фазовые состояния вещества (плазма—газ—жидкость—вязкий расплав—твёрдое) в зависимости от температуры и давления данного слоя.	5
Условие гидростатического равновесия слоёв (кроме внешней твёрдой коры и ячеек конвекции).	3
Возможность тепловой конвекции вещества для жидких и вязких слоёв.	3
Железо (и никель) — наиболее обильные (Fe 34,6%) и плотные составляющие планет, как конечные элементы нуклеосинтеза в обычных звёздах.	2

Информацию о составе внутренностей Земли, планет и звёзд, очевидно, нельзя получить непосредственно. Поэтому любой «правильный» ответ на такой вопрос в любом случае будет предположительным и должен содержать аргументацию: какие есть основания полагать, что дело обстоит именно так — какие именно методы исследований и/или наблюдения легли в основу такой аргументации.

Из чего состоит ядро Земли?

За время существования Земли, как планетного тела, около 4,6 млрд лет, произошел нагрев ее вещества, его расплавление, разделение по составу и концентрация наиболее плотных составляющих в центре.	2

Основной метод исследования внутренних слоёв Земли — зондирование сейсмическими волнами и анализ градиентов скоростей продольных и поперечных S-волн.	2
Дополнительно — моделирование движения полюсов, приливов и прецессии тела Земли.	1
Внутреннее кристаллическое ядро (глубина от 6371 до 5120 км) состоит в основном из железа и никеля, плотность 13 г/см^3, давление $3{,}5 \cdot 10^6$ атм, температура ≈ 6400 K.	3
Внешнее жидкое ядро (глубина от 4980 до 2900 км) — плотность ≈ 10 г/см^3, давление $\approx 2 \cdot 10^6$ атм, температура ≈ 5000 K. Снижение скорости объёмных волн и высокая электропроводность.	2

Что находится в центре других планет?

Метод исследования — модельные построения, для Луны — частично сейсмография (на спускаемых аппаратах), гравиметрия коры и собственные движения.	1
Резкое отличие химического состава планет земной группы от солнечного — преобладание Fe, O, Si, Mg. В коре — окислы SiO_2, Al_2O_3. Почти полное отсутствие летучих соединений.	2
Жидкое ядро у Венеры и Меркурия.	1
Уменьшение относительной доли ядра (металлических элементов) от Меркурия к Марсу и Луне.	1
Планеты-гиганты (Юпитер) — солнечный состав внешних слоёв (H, He), с глубиной переход водорода в жидкую и металлическую (с 25000 км) фазу. В центре — каменное ядро размерами с Землю, глубже возможно также металлическое ядро. Температура в центре до 30000 K.	2

А что в центре звёзд?

Гидростатическое равновесие звезды (сила тяжести — давление газа).	2
Тепловое равновесие звезды (выделение энергии — перенос энергии вовне).	2
Рост давления и температуры к центру звезды.	1
Солнце — в центре (696000 км) $T_ц = 15{,}5$ млн. K, давление $3 \cdot 10^{11}$ атм., плотность 160 г/см^3.	1
Звёзды главной последовательности — гомогенные (однородные по химическому составу, зоны конвекции) от M0 (0,5 масс Солнца, $T_ц = 8$ млн. K, pp-реакция горения водорода) до B0 (20 масс Солнца, $T_ц = 34$ млн. K, C-цикл горения водорода).	2
Красный гигант — «гелиевое ядро» без ядерных реакций (1,3 масс Солнца, $T_ц = 40$ млн. K, давление $3 \cdot 10^{15}$ атм., плотность $3{,}5 \cdot 10^5$ г/см^3).	2
Белый карлик — состояние вырожденного газа (0,9 масс Солнца, радиус 10000 км, $T_ц = 8$ млн. K, давление 10^{18} атм., плотность $3 \cdot 10^7$ г/см^3).	2

Нейтронная звезда — вспышка сверхновой — нейтронная жидкость + твёрдая кора Fe (1,4–2,7 масс Солнца, радиус 10–18 км, $T_ц = 8$ млн. К, давление 10^{26} атм., плотность 10^{15} г/см^3).	2

У каких звёзд могут быть железные ядра?

Сжатие гелиевого ядра красного гиганта — гелиевые реакции синтеза тяжёлых элементов C, O, Ne, Mg, ... — до Fe.	2
Конвективное перемешивание слоёв выносит на поверхность звезды продукты ядерных реакций из выгоревшего ядра.	1
Металлические звезды (класс Am).	1
Вспышки гелиевого слоевого источника — продукты медленного захвата нейтронов ядрами — Ba, Pm, Zn.	1

2. Какие небесные объекты можно использовать в качестве эталонных часов? Какие нельзя и почему?

Солнце	
Световой день — основа биосферы Земли и человеческой активности (утро—день—вечер) = низкая точность до 1–2 часов.	1
Солнечные часы (разделение дня на доли) — гномон, обелиск, Древний Египет, ок. 3500 до н. э. = неравномерность светового дня, точность до 0,5 часа, только днём при ясной погоде.	1
Равномерное течение времени — водяные часы (клепсидра), Карнак, ок. 1500 до н. э., точность до 0,2 часа на 10–12 часов хода, перезапуск системы при заходе солнца.	1
Механические колебательные системы — билянец, ок. 1200 г., точность 0,5 часа на сутки, контроль и перезапуск системы при восходе солнца.	1
Маятник Галилея (1583), часы Гюйгенса (1658), затем механические часы 17–18 вв. — точность от 1 мин до 10 с за сутки, поверка по истинному полудню.	1
Девиз парижских часовщиков: «Солнце показывает время обманчиво» — определение уравнения времени, поправки к истинному солнцу до 16 мин. «Tempora mutantur».	1
Луна	
В лунном календаре — Начало нового месяца (неомения) — появление молодого месяца после новолуния. То есть начало месяца приходится на тот день, когда серп молодой Луны, после новолуния, становится видимым с заходом Солнца. В настоящий момент существуют два мнения по вопросу определения начала месяца: некоторые мусульмане учитывают местную видимость Луны, в то время как другие полагаются на свидетельства авторитетных людей в мусульманском мире. Ислам допускает обе возможности, но это приводит к различию времени начала месяцев. http://www.calend.ru/holidays/islam/	1

Luna Fallax («Луна-обманщица») — ежедневное изменение времени восхода и захода.	1
Использование таблиц координат Солнца и Луны для поправок морских хронометров.	2
Видимые звёзды	
«Звёздные часы» Древнего Египта — ок. 1500 до н. э. = точность до 0,2 часа, только ночью.	1
«Первая звезда» — начало новых суток и месяца = неравномерность длительности суток, только при ясной погоде.	1
Звёздное время — Оле Ремер, ок. 1690, изобретение полуденной трубы и меридианного круга, точность до 1 мин.	2
18 и 19 век: последующее повышение точности звёздного времени до 0,1 с.	1
Неравномерности вращения физического тела Земли: вековое замедление из-за приливного трения (0,002 с/столетие); годичные (сезонные) изменения (до 0,0025 с) нерегулярные скачкообразные изменения длины суток (до 0,004 с)	3
Равномерное эфемеридное (ньюкомовское) время (Ньюком, 1900) на основе тропического года и поправок теории движения Луны.	1
Солнечная система	
1675 – 17 век: затмения спутников Юпитера как вспомогательный метод для определения времени на море = условия видимости, редкость событий.	1
Барицентрическое время — время в «центре масс» Солнечной системы, на основе ОТО и атомного стандарта частоты.	2
Пульсары	
Построение сводной шкалы времени по пульсарам.	2

3. Почему звёзды не падают друг на друга?

Собственные движения звёзд в пространстве.	1
Отношение размера звёзд и расстояния между ними: Солнце — Проксима Центавра: 700 тыс. км / 1,3 пк = $2 \cdot 10^{-8}$, вероятность столкновения 10^{-23}.	2

Могут ли они сталкиваться?

Тесные сближения звёзд в скоплениях: в центре скопления Омега Центавра звёзды расположены в 10000 раз плотнее, чем в окрестностях Солнца; см. http://www.astronet.ru/db/msg/1171158	1
Прямого столкновения обычных звёзд астрономы пока ещё ни разу не наблюдали.	1
Образование массивных голубых звёзд (NGC 6397) в результате постепенного слияния двух и более звёзд.	1
Вероятные столкновения и слияния звёзд в активных ядрах галактик.	1

Гамма-вспышки — вероятные столкновения двух нейтронных звёзд или нейтронной звезды и чёрной дыры.	1

Может ли наше Солнце «упасть» в центр Галактики?

Движение Солнца по орбите вокруг центра Галактики: скорость 220 км/с, период ок. 220 млн. лет.	2
Поглощение звёзд и вещества сверхмассивными чёрными дырами в центре галактик.	1

Как будут выглядеть наши созвездия через галактический год?

Собственные движения звёзд: звезда Барнарда (10,27”/год), около 500 звёзд более 1”/год.	1
Существенное изменение видимых конфигураций созвездий за 100000 лет.	1
Галактический год (ок. 200 млн. лет) — полная смена звёздного населения вокруг Солнца и видимых созвездий.	2

4. Какие Вы знаете открытые, потом забытые и вновь «переоткрытые» открытия (в области астрономии и наук о Земле)?

За одно разумно описанное открытие ставится **3 балла**, *за 2 открытия —* **5 баллов**, *за каждое последующее —* **по 1 баллу**.

Список некоторых открытий и переоткрытий.

Продолжительность года $365+\frac{1}{4}$ **суток**	
≈ -2000	Египет
-370	Евдокс, Древняя Греция
-238	Эвергет
-46	календарь Юлия Цезаря, Рим
78	Джан Хен, Китай
325	Никейский собор, восстановление юлианского календаря

Продолжительность года 365,2425 **суток**	
-330	Калипп
-125	Гиппарх
1079	Омар Хайям
1281	Китай
1401	Николай Кузанский
1582	Григорий 13

Прецессия	
-120	Гиппарх
330	Юй Си
858	аль Баттани

903	ас Суфи
1270	Зидж Эльхан
1437	Улугбек

Южный полюс мира открыт с момента пересечения экватора	
−600	мореходы фараона Нехо
1484	Бартоломеу Диаш

Собственные движения звёзд	
683	И Синь
1718	Галлей

Приливы (связь с Луной)	
−85	Посидоний
660	Ширакаци
1799	Лаплас — теория

Наклон эклиптики	
−1109	Чу Конг
−547	Фалес
−550	Анаксимандр
−320	Питеас
−230	Эратосфен
78	Чжан Хэ
150	Птолемей
858	аль Баттани
1031	Бируни
1437	Улугбек

Движение (вращение) Земли	
−350	Гераклид
−270	Аристарх
476	Ариабхата
1401	Кузанский
1543	Коперник
1602	Тихо Браге — отрицал!
1616	Павел 5 — церковный запрет
1632	трибунал Галилея
1725	Брадлей
1804	Бенцинберг
1851	Фуко
1857	Бэр

Множественность миров	
−550	Анаксимандр
−540	Пифагор
120	Чжан Хэн
1401	Кузанский

1584	Бруно
1992	открыта первая экзопланета (вне Солнечной системы)
2008	первое прямое визуальное наблюдение экзопланет

Периодичность комет	
–12	приход кометы Галлея
1531	приход кометы Галлея (ещё раз)
1665	Борелли
1705	Галлей

Вариации Луны	
940	Абу- л Вафа
1597	Тихо Браге

Эксцентриситет орбиты Земли	
	Птолемей
1031	Шень Ко

Сверхновые звёзды	
28.07.1054	Китай, Мессье 1, Крабовидная туманность
1572	Тихо, Кассиопея А
1604	Кеплер

Переменные звёзды	
др. греки	Алголь (глаз Медузы Горгоны)
др. арабы	Алголь («глаз дьявола»)
1669	Алголь, Монтанари
1596	Мира Кита, Фабрициус
1639	Мира Кита, Гольвард

Пятна на Солнце	
1365	Никоновская летопись
1611	Фабрициус, Шейнер
1610	Галилей

Падение метеоритов	
1492	Франция 127 кг
1794	Паллас, Хладни
1803	каменный дождь

Планета Нептун	
1612	Галилей (наблюдение в поле зрения)
1846	Леверье

5. Знаете ли Вы случаи, когда небесные тела движутся не так, как следует по закону тяготения Ньютона? Какие силы за это ответственны?

Видимые эффекты в движении — запаздывание спутников Юпитера.	1
Триумф ньютоновской механики — возврат кометы Галлея.	2

Приливные силы.	1
Возмущающее действие других тел.	1
Сопротивление среды (атмосферы).	1
Давление света или солнечного ветра («парус»).	1
Сброс оболочек, взрывы.	1
Эффекты общей теории относительности (ОТО).	2
Реактивные эффекты (ядра комет, струи, развал, активное воздействие).	2
Сверхсветовые разлёты джетов в активных ядрах галактик.	1
Скрытая масса — тёмная материя.	1

6. Когда иссякнет Солнце? (и почему оно сейчас светит?) Что будет светить после? Существует ли «вечный» свет?

Термоядерные реакции — протон-протонный цикл.	1
Удельное энерговыделение.	1
Эволюционные треки нормальных звёзд.	1
Будущее Солнца как красного гиганта.	1
Наиболее долгосветящие (10^{10} лет) объекты: коричневые и красные карлики, белые карлики, нейтронные звёзды.	2
Редкие вспышки — поглощение одиночных объектов чёрными дырами.	1
Реликтовое излучение.	2
Белые дыры, кротовые норы — как источники света.	1

7. Во сколько раз длина тени Останкинской телебашни в Москве больше в полдень 22 декабря, чем в полдень 22 июня? Можно ли Останкинскую телебашню использовать в качестве гномона для солнечных часов? (Общая высота 540 метров, диаметр внизу башни 18 метров.)

Полуденная тень — гномон.	1
Изменение высоты солнца в дни солнцестояний.	1
Углы падения лучей для широты Москвы — длины теней.	1
Ограничение длины тени из-за видимого углового размера солнца 1/100	2
Сложный профиль Останкинской башни — неполная тень (без мачты) например, http://maps.yandex.ru/moscow_sputnik длина тени = 502 м; А также http://www.ibusiness.ru/news/188906/page17.html (Кадр дня: «Сам себе космонавт»).	1
Как «солнечные часы» — размещение наблюдателя на верху башни (смотровая площадка) или со спутника, иначе — не видно.	1
Разная длина тени для разных форм источника света (при затмениях солнца).	1

Статистика

Приводим статистику решаемости задач конкурса по астрономии и наукам о Земле школьниками, участвовавшими в Турнире в Москве и Московском регионе.

В приведённой статистике учтены все работы по астрономии и наукам о Земле, сданные школьниками в Московском регионе (в том числе и абсолютно нулевые). Школьники, не сдавшие работ по астрономии и наукам о Земле, в этой статистике не учтены.

Сведения о количестве школьников по классам, получивших грамоту по астрономии и наукам о Земле («v»), получивших балл многоборья («e»), а также общем количестве участников конкурса по астрономии и наукам о Земле (количестве сданных работ).

Класс	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	Всего
Всего	0	1	4	25	139	398	673	753	731	492	392	3608
«e»	0	0	0	9	39	96	97	122	149	106	87	705
«v»	0	0	1	9	36	27	51	37	38	24	23	246

Сведения о распределении суммы баллов по классам.

Сумма баллов	Классы											Всего
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	
0	0	1	1	0	14	42	60	41	42	16	10	227
1			1	5	20	63	72	78	74	44	25	382
2			1	2	30	82	94	93	88	43	41	474
3	e	e	e 0	e 6	e 28	44	92	106	102	39	43	460
4			0	3	11	44	85	74	64	52	40	373
5	v	v	v 1	v 3	v 12	e 42	70	86	72	60	44	390
6				3	7	23	53	57	60	37	26	266
7				1	2	22	e 43	59	44	46	30	247
8				1	5	11	29	e 40	e 39	30	26	181
9				1	3	v 7	18	27	37	e 24	e 19	136
10					2	7	16	26	22	17	15	105
11					0	0	v 12	25	16	13	18	84
12					1	6	5	13	14	15	13	67
13					0	2	8	8	9	14	6	47
14					1	0	3	v 2	11	12	5	34
15					1	1	4	4	v 6	10	5	31
16					0	1	1	2	6	v 4	2	16
17					1	0	1	4	4	3	7	20
18					0	1	2	1	5	0	v 7	16
19					0		2	0	7	3	3	15
20					0		1	0	1	1	1	4

21					1		1	1	0	4	0	7
22							0	2	3	2	2	9
23							0	1	0	0	2	3
24							0	0	0	0	0	0
25							0	0	0	1	0	1
> 25							1	3	5	2	2	13

Знаками «e» и «v» в таблице показаны границы соответствующих критериев награждения (для критериев по сумме баллов, см. таблицу на стр. 196).

Сведения о распределении баллов по заданиям.

Баллы	Номера заданий						
	1	2	3	4	5	6	7
–	919	1136	1431	2206	2625	1264	2511
0	599	170	776	318	564	506	430
1	781	957	696	539	268	794	470
2	678	976	408	329	105	538	153
3	351	277	183	139	26	329	23
4	153	67	71	50	11	116	8
5	63	13	25	13	4	36	6
6	35	9	10	10	3	10	6
7	11	0	2	1	0	5	0
8	10	3	5	3	2	6	1
9	3	0	0	0	0	1	0
10	3	0	1	0	0	2	0
> 10	2	0	0	0	0	1	0
Всего	5468	5468	5468	5468	5468	5468	5468

Решаемость заданий по астрономии и наукам о Земле (решёнными считались задания, за которые поставлено не менее 5 баллов)

Количество заданий	Классы											Всего
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	
0 заданий	0	1	4	23	134	389	649	721	683	440	353	3397
1 задание	0	0	0	2	5	6	20	25	31	38	25	152
2 задания	0	0	0	0	0	2	3	3	13	10	8	39
3 задания	0	0	0	0	0	1	0	3	2	2	4	12
4 задания	0	0	0	0	0	0	0	1	2	2	0	5
5 заданий	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6 заданий	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	2
7 заданий	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1

ДУБ

2007

XXX ТУРНИР им. М. В. ЛОМОНОСОВА

30 сентября 2007 г.

ОТЧЕТ

Ломоносовский турнир — ежегодный турнир по разным предметам для всех желающих школьников. Традиционно он проводится в последнее воскресенье перед первой субботой октября. XXX турнир состоялся 30 сентября 2007 года. Следующий, XXXI Турнир им. Ломоносова планируется провести **в воскресенье 28 сентября 2008 года**.

Турнир продолжается примерно 5–6 часов. Сколько предметов выбрать, сколько времени потратить на каждый из них и в каком порядке — участник решает сам (конкурсы проходят в разных аудиториях и всегда можно перейти из одной аудитории в другую). Жюри не определяет лучших участников (1, 2 и 3 места). Грамотами «за успешное выступление на конкурсе по . . . (предмету)» награждаются все школьники, успешно справившиеся с заданием по этому предмету.

Ещё одна традиция турнира — балл многоборья. Он даётся за «промежуточные» результаты по предметам, когда в работе достигнуты определённые успехи, но грамоту за это участник не получил. Если у одного участника окажется 2 или больше таких баллов — его участие в разных конкурсах будет отмечено грамотой «за успешное выступление по многоборью» Ученикам начальной школы (1–4 классы), участвовавшим в турнире наравне со старшеклассниками, для награждения достаточно получить балл многоборья только по одному предмету.

Но ещё раз отметим, что на Ломоносовском турнире главное — не соревнование, а то, что участники турнира узнают и чему научатся на само́м турнире (решая предложенные задания самостоятельно или прочитав эту книжку), на кружках и в школах, куда их пригласят (всем школьникам, пришедшим на турнир в Москве, выдаётся листок с расписанием олимпиад и кружков на учебный год).

Сборник заданий и решений Ломоносовского турнира традиционно дарится всем участникам ближайшего московского Математического праздника для

6–7 классов (который состоится 17 февраля 2008 года), а также школьникам, которые будут награждены за успешное выступление на следующем Ломоносовском турнире.

В данном сборнике содержатся задания, а также ответы и комментарии к ним всех конкурсов турнира по разным предметам. Отметим наиболее интересные задания и темы.

На конкурсе по математике была предложена красивая геометрическая задача № 6. Несмотря на «аналитическую» постановку вопроса о максимуме площади, ответ также получается красивым геометрическим построением.

Интересным и несколько неожиданным оказывается условие задания № 3 по математическим играм (про паука и бабочку). Оказывается, чтобы убежать от паука, бабочке выгоднее всего сначала забраться в самый центр паутины.

Оказывается, строители небоскрёбов — очень сложных инженерных сооружений — иногда допускают простые и достаточно забавные ошибки. И сразу никто их не замечает. Одному такому «ляпу» посвящена задача № 3 конкурса по физике.

По внешнему виду дятла очень непросто догадаться о необычном асимметричном строении его ротового аппарата. Про это, а также про другие удивительные геометрические «фокусы» организмов животных вы можете прочитать в ответе на вопрос № 5 конкурса по биологии.

Одно из заданий конкурса по лингвистике (№ 1) традиционно строится на материале редкого, «экзотического» языка. На этот раз это муйув — один из австронезийских языков, на котором говорят около 4 тыс. человек, живущих на островах Вудларк (Папуа—Новая Гвинея). Надо полагать, местные жители сильно бы удивились и обрадовались, если бы узнали, что лингвистическую задачу про их родной язык решало больше 5000 российских школьников.

Отличительная черта конкурса по литературе — тексты ответов и решений подготовлены не жюри, а написаны самими участниками в конкурсных работах. Задача жюри здесь — подобрать для публикации наиболее удачные, точные, содержательные и интересные ответы, дополнить, уточнить и прокомментировать их. Как показывает опыт, серьёзные литературоведческие тексты, написанные взрослыми, с точки зрения школьников часто оказываются сложными для чтения и понимания, а иногда и просто скучными. Литературный конкурс Ломоносовского турнира предоставляет уникальную возможность исправить эту ситуацию. Среди работ нескольких тысяч участников из разных классов, разных школ и регионов обязательно находятся очень хорошие работы. Собранные вместе, они позволяют составить решения заданий литературного конкурса намного лучше, понятнее и интереснее для школьников, чем это получилось бы у жюри самостоятельно.

В задании № 2 литературного конкурса рассматривается интересное стихотворение — пример средневековой восточной поэзии. Точнее, это, конечно же, перевод на современный русский язык, который доносит до нас далеко не все детали загадочного и незнакомого нам Востока. Восточные мотивы не так уж редко встречаются в литературных произведениях самых разных народов и эпох, в том числе и в русской литературе, но заметить их иногда бывает достаточно непросто. Надеемся, вам будет интересно познакомиться с наблюдениями

участников конкурса. И даже самостоятельно сочинёнными «восточными» стихотворениями.

Вопросы конкурса по астрономии и наукам о Земле посвящены облакам, вулканам, спутникам, лабиринтам и другим интересным объектам — как на Земле, так и на других планетах. Когда-то не так давно на Турнире им. Ломоносова было два разных конкурса — по геофизике и по астрономии. Но буквально на наших глазах наука астрономия прошла огромный путь от наблюдения за планетами Солнечной системы до детального их изучения — и мы знаем про них уже не намного меньше, чем про свою родную планету Земля. Соответственно, и конкурсы по астрономии и геофизике пришлось объединить — всё равно и про Землю, и про другие планеты Солнечной системы мы задаём одни и те же вопросы... А астрономия тем временем шагнула дальше — к исследованию планетных систем других звёзд...

В 2007 году в Москве и Московском регионе на Ломоносовском турнире зарегистрировано 8876 участников, которые написали 30489 работы по разным предметам. Жюри также прослушало 200 устных ответов по математическим играм. 3508 участников были награждены грамотами за успешное выступление.

По классам количество участников и победителей распределилось следующим образом:

Класс	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	Всего
Участников	5	15	40	328	628	1555	1739	1445	1572	1537	8864
Победителей	1	10	16	117	297	643	694	614	586	530	3508

Из них 2409 школьников получили грамоты за успешное выступление по одному из предметов (или в многоборье, которое в этой статистике учитывается как отдельный предмет), 784 — по двум предметам, 231 — по трём. Сразу по четырём предметам награды получили 63 участника, по пяти предметам — 17 человек, по 6 предметам — 2 участника (ученики гимназии № 1567 и школы № 1862 г. Москвы). Рекордный результат — грамоты за успешное выступление по 7 предметам — также 2 участника (школа № 1862 и школа «Интеллектуал» г. Москвы).

Ещё раз отметим, что жюри никогда не рассматривало Ломоносовский турнир как соревнование по количеству предметов, но всегда с удовольствием отмечает достигнутые школьниками (и их учителями) успехи.

Ниже приводится таблица результатов участников турнира 2007 года, получивших грамоты за успешное выступление по трём предметам и более (включая многоборье). К сожалению, опубликовать результаты всех участников, награжденных грамотами за успешное выступление, не представляется возможным из-за огромного объема информации. Но полную таблицу результатов можно посмотреть в интернете по адресу http://www.mccme.ru/olympiads/turlom/2007.

Названия предметов:

МА — математика, МИ — математические игры,
ФИ — физика, ХИ — химия,
БИ — биология, АС — астрономия и науки о Земле,
ЛИ — лингвистика, ИС — история,
ЛТ — литература, МН — многоборье.

Фамилия, Имя	Кл.	Школа №	Город	Грамоты
3 класс				
Уаман Тата	3	шк. 947	Москва	БИ АС МН
4 класс				
Данилова Алина	4	прог. 1651	Москва	ФИ ИС АС МН
Калиниченко Ольга	4	шк. 1862	Москва	МА ФИ ХИ ИС БИ АС МН
Лазуткина Ксения	4	прог. 1709	Москва	ИС АС МН
5 класс				
Аверкина Анастасия	5	шк. 1189	Москва	МА ФИ БИ АС
Вознесенский Дмитрий	5	шк. 444	Москва	МА ЛИ АС
Киселёв Андрей	5	шк. 1189	Москва	ИС БИ АС
Кислов Виктор	5	шк. ИНТ	Москва	ЛИ АС МН
Мерцалова Полина	5	шк. ИНТ	Москва	МА ФИ БИ АС
Мохов Алексей	5	шк. 845	Москва	МА МИ МН
Николаев Глеб	5	шк. ИНТ	Москва	БИ ЛИ АС
Рюмин Константин	5	шк. ИНТ	Москва	ИС АС МН
6 класс				
Антропов Александр	6	шк. 1	Менделеево	МА ФИ ЛИ АС
Бекренёва Анастасия	6	шк. 35	Иваново	МА ФИ ХИ МН
Бернацкая Елизавета	6	шк. 1201	Москва	ХИ АС МН
Бойченко Татьяна	6	шк. 1324	Москва	МА ФИ МН
Будкин Иван	6	шк. ИНТ	Москва	МА ФИ МН
Васильев Михаил	6	шк. 44	Иваново	ИС БИ АС
Власенко Эдуард	6	ЦО 654	Москва	МА ФИ БИ АС
Воеводская Анна	6	шк. 1158	Москва	МА ФИ ЛИ
Дерипасская Виктория	6	шк. 30	Иваново	ФИ БИ ЛИ
Жесткова Юлия	6	шк. 444	Москва	МА БИ МН
Заикина Татьяна	6	гим. 1514	Москва	МА ЛИ МН
Зенкин Николай	6	гим. 1514	Москва	МА ФИ ИС
Ивачёв Антон	6	гим. 1543	Москва	МА АС МН
Игнатьев Савва	6	шк. 1189	Москва	МА ФИ АС
Копылов Александр	6	шк. 853	Москва	МА ФИ БИ
Круглякова Мария	6	гим. 1514	Москва	МА ФИ ИС МН
Ксенофонтова Татьяна	6	гим. 1576	Москва	БИ ЛИ АС
Куликов Алексей	6	шк. ИНТ	Москва	МА БИ МН
Ломко Николай	6	гим. 1543	Москва	ИС БИ АС
Малых Александр	6	шк. 444	Москва	МА АС МН
Мохова Ольга	6	шк. 1189	Москва	ИС АС ЛТ МН
Назарова Наталья	6	шк. 1189	Москва	МИ ИС БИ АС
Неволина Ирина	6	гим. 1544	Москва	МА ФИ БИ АС МН
Панасекова Анастасия	6	шк. 62	Иваново	ЛИ АС МН
Панченко Юлия	6	гим. 1514	Москва	ФИ ИС АС
Парфёнов Виктор	6	шк. 1189	Москва	МА МИ ИС АС
Петров Олег	6	шк. 1347	Москва	ИС БИ АС
Прокопенко Валерия	6	гим. –	Внуково	МА АС МН
Соколов Антон	6	шк. 371	СПб	МА БИ АС
Тимофеев Александр	6	гим. 1554	Москва	МА ИС ЛИ АС
Трошко Татьяна	6	шк. 113	Москва	МА ИС АС
Финенко Артём	6	шк. ИНТ	Москва	ИС БИ АС
Шелковников Александр	6	гим. 1514	Москва	МА ФИ ИС
Шиповалова Анастасия	6	шк. 1324	Москва	МА ФИ МН
Шленский Владислав	6	гим. Дмитров	Дмитров	МА ИС МН
Щедрина Александра	6	шк. 618	Москва	МА МИ ЛИ АС

Фамилия, Имя	Кл.	Школа №	Город	Грамоты
7 класс				
Абишева Александра	7	лиц. Л2Ш	Москва	МА ФИ ИС АС
Аникян Тамара	7	шк. 218	Москва	ФИ ИС МН
Апраксин Кирилл	7	гим. 1583	Москва	ИС БИ ЛИ МН
Арифулов Филипп	7	шк. 1328	Москва	ФИ ИС АС ЛТ МН
Артемьев Михаил	7	гим. 1543	Москва	МА МИ ФИ АС
Архипова Александра	7	шк. 1189	Москва	МА БИ ЛИ
Асеев Денис	7	шк. ИНТ	Москва	БИ АС МН
Афанасьев Сергей	7	шк. 13	Королёв	ФИ АС МН
Ахмедов Максим	7	лиц. Л2Ш	Москва	МА МИ ФИ ЛИ
Бекмамбетова Фадиме	7	шк. ИНТ	Москва	МА ФИ АС
Белоус Ярослав	7	шк. 1332	Москва	ИС АС МН
Белянский Василий	7	шк. 371	СПб	ФИ ИС БИ
Берзина Анастасия	7	шк. 1324	Москва	МА ФИ БИ
Большунова Софья	7	шк. 13	Королёв	МА АС МН
Булушева Ирина	7	шк. 2007	Москва	МА МИ АС
Быхало Галина	7	шк. 75	Черноголовка	ИС БИ МН
Васильев Фёдор	7	шк. 1199	Москва	ФИ ИС БИ МН
Васюта Ирина	7	шк. 67	Иваново	ФИ ХИ ИС
Верченко Семён	7	шк. 48	Москва	ФИ ЛИ МН
Газдиева Милена	7	гим. 1514	Москва	МА ЛИ АС МН
Галицин Владислав	7	шк. 590	Москва	ИС ЛИ АС
Гебрук Анна	7	гим. 1514	Москва	ФИ АС ЛТ МН
Гладкий Арсений	7	шк. 1199	Москва	БИ АС МН
Гнедова Александра	7	гим. 610	СПб	ФИ ЛИ МН
Горшунова Елена	7	шк. 1000	Москва	ХИ ИС БИ АС МН
Дедович Сергей	7	лиц. 6	Дубна	ФИ ХИ БИ
Долженко Егор	7	гим. 19	Королёв	ИС БИ МН
Дубар Эмель	7	ЦО 1440	Москва	ИС БИ АС
Дунайкин Александр	7	шк. 1189	Москва	МА ИС АС
Ериклинцева Серафима	7	шк. 1199	Москва	МА МИ ЛИ АС
Ефименко Евгений	7	шк. 1189	Москва	МА МИ ФИ БИ АС
Жегин Константин	7	ЦО 654	Москва	МА ФИ МН
Закиров Артём	7	шк. 2007	Москва	МА МИ ИС
Заяшников Ренат	7	гим. 1514	Москва	ФИ ИС АС МН
Иванов Олег	7	шк. 1189	Москва	МА МИ ХИ БИ АС
Игнатьева Елизавета	7	шк. ИНТ	Москва	МИ ИС ЛИ МН
Имангулов Амаль	7	шк. 63	Самара	МА ИС МН
Карчевский Александр	7	лиц. Л2Ш	Москва	МА МИ БИ АС
Кирилин Даниил	7	шк. 4	Серпухов	ФИ БИ АС
Климкин Николай	7	шк. 192	Москва	МА ЛИ АС
Клюев Алексей	7	шк. 6	Серпухов	МА ФИ АС
Козлова Мария	7	шк. ИНТ	Москва	БИ ЛИ АС
Кондакова Дарья	7	гим. 610	СПб	ФИ БИ ЛИ МН
Коновец Ксения	7	гим. 5	Дзержинский	ФИ ХИ АС
Коробко Екатерина	7	гим. 1538	Москва	БИ ЛИ МН
Косинов Никита	7	лиц. 20	Ульяновск	МА ФИ АС
Костюк Александр	7	шк. 1862	Москва	МА МИ ФИ БИ ЛИ АС
Кошман Дмитрий	7	гим. 1514	Москва	МА ФИ БИ
Кузин Михаил	7	лиц. Л2Ш	Москва	МА МИ ФИ
Курдюков Роман	7	шк. 1944	Москва	МА БИ ЛИ АС
Мазлов Владимир	7	гим. 1543	Москва	МА МИ ЛИ АС
Малыженков Сергей	7	шк. 444	Москва	БИ АС МН
Меденцев Егор	7	шк. 2007	Москва	МА ХИ ИС

Фамилия, Имя	Кл.	Школа №	Город	Грамоты
Мильков Андрей	7	шк. 1189	Москва	ФИ ИС БИ МН
Мокульский Макар	7	шк. 832	Москва	МА ФИ АС
Муравьев Алексей	7	шк. 1189	Москва	МА ФИ БИ АС
Неверов Станислав	7	шк. 5	Иваново	ФИ ЛИ АС
Ненов Пётр	7	шк. 1199	Москва	БИ ЛИ АС
Нестерова Екатерина	7	гим. 1564	Москва	ФИ ЛИ АС ЛТ
Николаева Софья	7	гим. 1514	Москва	МИ АС МН
Николаенко Екатерина	7	шк. 1189	Москва	БИ ЛИ МН
Огородников Сергей	7	шк. ИНТ	Москва	ИС АС МН
Осинский Александр	7	шк. 1189	Москва	ФИ ИС АС
Поляков Илья	7	лиц. 38	Белгород	МА ФИ ЛИ
Попов Егор	7	шк. 854	Москва	ИС ЛИ МН
Приходко Иван	7	ЦО 1130	Москва	МИ ФИ ЛИ
Просихин Андрей	7	лиц. 30	СПб	МА ФИ ИС МН
Пюрьбеева Евгения	7	ЦО 57Ш	Москва	МА ИС ЛИ
Радионов Максим	7	шк. 444	Москва	МА ФИ АС
Ретюнский Тимур	7	шк. 464	Москва	ФИ ИС АС
Рулёв Алексей	7	шк. 853	Москва	МА ФИ БИ МН
Рухович Алексей	7	шк. ИНТ	Москва	МА ФИ ИС
Сельгеев Александр	7	гим. 1514	Москва	МА ФИ ЛИ
Суверов Кирилл	7	гим. 1514	Москва	ФИ БИ АС
Сухов Николай	7	гим. 1543	Москва	ФИ АС МН
Тамбовцева Алла	7	шк. 983	Москва	ИС АС МН
Тамбовцева Валентина	7	гим. 1514	Москва	МА ИС БИ ЛИ АС
Тилипман Денис	7	шк. 1299	Москва	МИ ИС АС
Тимченко Александр	7	шк. 444	Москва	МА ФИ МН
Ульяшин Владимир	7	шк. 64	Липецк	МА МИ АС
Урукова Александра	7	шк. 8 МО	Севастополь	МА ИС ЛИ
Фахрутдинов Руслан	7	шк. 1199	Москва	МИ ИС ЛИ АС МН
Феклина Анастасия	7	гим. 5	Дзержинский	ФИ АС МН
Хачатурян Марина	7	ДО –	Москва	МА БИ МН
Хохряков Вячеслав	7	лиц. 11	Химки	ФИ АС МН
Чопенко Екатерина	7	шк. 1619	Москва	МА АС МН
Шилов Андрей	7	гим. 1506	Москва	ХИ ИС АС
Эпельфельд Иван	7	шк. 1299	Москва	МИ ФИ АС МН
8 класс				
Аваева Лина	8	шк. 1357	Москва	МА ХИ ЛИ
Адлер Дмитрий	8	шк. 82	Черноголовка	МА ЛИ АС МН
Азатян Аршак	8	ЦО 1985	Москва	БИ АС МН
Анзон Дарья	8	шк. 5	Долгопрудный	МА МИ БИ АС МН
Асташкин Роман	8	лиц. 4	Королёв	МА ФИ БИ
Баранов Иван	8	шк. 1199	Москва	ЛИ АС МН
Басалаев Артём	8	лиц. Л2Ш	Москва	МА ФИ АС
Безменова Александра	8	шк. ИНТ	Москва	МА МИ ФИ ЛИ
Бондаренко Татьяна	8	шк. 91	Москва	МА ЛИ ЛТ
Бочкарёва Ольга	8	шк. 1223	Москва	МА ЛИ МН
Бредихин Данила	8	шк. 117	Москва	ЛИ АС МН
Бурштейн Михаил	8	ЦО 57Ш	Москва	МА ФИ ЛИ
Гаража Александра	8	шк. ИНТ	Москва	МА ФИ ЛИ
Горячев Дмитрий	8	гим. 1567	Москва	ФИ ИС АС
Григорьева Идалия	8	шк. 1257	Москва	БИ ЛИ АС МН
Гусенков Павел	8	лиц. 33	Иваново	ИС БИ ЛИ АС
Денисова Юлия	8	лиц. Л2Ш	Москва	МА МИ АС
Дербышев Дмитрий	8	лиц. 11	Долгопрудный	МА МИ ЛИ

Фамилия, Имя	Кл.	Школа №	Город	Грамоты
Дрегнин Олег	8	гим. 7	Раменское	МА АС МН
Живцов Павел	8	ЦО 57Ш	Москва	МА ФИ ЛИ
Жигарев Дмитрий	8	шк. 46	Москва	МА БИ АС
Жуков Георгий	8	гим. 1543	Москва	МА ЛИ МН
Зендриков Дмитрий	8	шк. 1944	Москва	МА ФИ ЛИ
Золотарев Александр	8	гим. 1567	Москва	ИС АС МН
Золотарев Сергей	8	шк. 1189	Москва	МА ФИ БИ
Зубанов Андрей	8	лиц. 33	Иваново	МА ХИ ИС МН
Иванова Александра	8	шк. 1199	Москва	ИС БИ АС
Ионов Андрей	8	ЦО 57Ш	Москва	МА ФИ ЛИ
Капугина Дарья	8	шк. 1199	Москва	ИС БИ АС
Карпова Маргарита	8	шк. 82	Черноголовка	МА БИ АС
Кейлина Мария	8	шк. 1189	Москва	МА БИ МН
Киселёва Марья	8	гим. Логос	Дмитров	МА ХИ ЛИ
Контанистова Мария	8	шк. 1199	Москва	ЛИ АС МН
Коровина Анастасия	8	лиц. 1553	Москва	ЛИ АС МН
Коростиева Елена	8	шк. 35	Иваново	ИС ЛИ МН
Косарев Александр	8	шк. 1211	Москва	МА ХИ МН
Кречетов Михаил	8	шк. 1189	Москва	ФИ ЛИ МН
Кузнецов Владимир	8	гим. 1567	Москва	МА ФИ ХИ ЛИ АС МН
Куприянов Глеб	8	шк. 1018	Москва	МА МИ БИ ЛИ
Курашенко Александр	8	лиц. 1524	Москва	ИС БИ АС МН
Курносиков Антон	8	шк. 1199	Москва	ИС БИ АС
Левшин Николай	8	шк. 2007	Москва	МА МИ МН
Лисяной Александр	8	лиц. 1535	Москва	МИ АС МН
Макаров Даниил	8	гим. 1543	Москва	МА МИ ФИ БИ ЛИ
Митева Анна	8	шк. ИНТ	Москва	МА ФИ БИ АС
Морозов Кирилл	8	шк. ИНТ	Москва	МА БИ ЛИ
Назаров Максим	8	гим. 1514	Москва	ХИ ИС АС
Нгуен Лиля	8	лиц. Л2Ш	Москва	МА ИС БИ
Новиков Денис	8	шк. 1189	Москва	МА БИ АС
Новикова Анна	8	шк. 1071	Москва	ИС ЛИ АС
Новикова Татьяна	8	шк. 463	Москва	ИС БИ МН
Ноян Алексей	8	ЦО 654	Москва	МА ФИ ИС
Орлова Мария	8	шк. 35	Иваново	ЛИ АС МН
Осипов Матвей	8	лиц. 20	Ульяновск	МА МИ ФИ
Панарина Дарья	8	гим. 2	Раменское	БИ ЛИ АС
Панасенко Мария	8	лиц. 6	Дубна	ХИ ИС БИ
Перепечкин Илья	8	гим. 1543	Москва	ФИ БИ АС
Пластинин Евгений	8	гим. 1564	Москва	ХИ АС МН
Поволоцкий Михаил	8	шк. 1189	Москва	МА ФИ ИС ЛИ
Подольский Александр	8	лиц. Л2Ш	Москва	МА МИ БИ
Пожарская Василиса	8	шк. ИНТ	Москва	МА БИ ЛИ
Полежаев Борис	8	шк. Vita	Москва	ХИ БИ АС МН
Привалихина Елизавета	8	шк. 8	Сосновый Бор	МА БИ МН
Пронина Анна	8	шк. 1199	Москва	ИС БИ АС МН
Пэшко Валерия	8	шк. 371	СПб	ИС БИ ЛИ
Решетников Иван	8	шк. 5	Долгопрудный	МА МИ ФИ ЛИ АС
Рудева Светлана	8	ЦО 654	Москва	БИ ЛИ МН
Рухович Даниил	8	шк. ИНТ	Москва	МА ФИ ИС БИ
Самсонов Арсений	8	гим. 1503	Москва	ИС БИ ЛИ
Селюгина Анна	8	лиц. 6	Дубна	МА ХИ БИ
Ситкевич Даниил	8	шк. 1206	Москва	МА ЛИ МН
Степанова Юлия	8	шк. 35	Иваново	БИ ЛИ МН
Столяров Никита	8	шк. 444	Москва	МА АС МН

Фамилия, Имя	Кл.	Школа №	Город	Грамоты
Тельпуховский Иван	8	гим. 1530	Москва	ФИ ХИ АС
Тимофеева Елена	8	лиц. 1547	Москва	МА ХИ МН
Торшин Дмитрий	8	ЦО 57Ш	Москва	МА ФИ АС
Устинов Даниил	8	шк. 853	Москва	МА ФИ АС МН
Фельдман Елизавета	8	шк. 1562	Москва	МА БИ ЛИ
Харин Михаил	8	шк. 853	Москва	ФИ АС МН
Червоненкис Илья	8	шк. 444	Москва	МА ХИ ЛИ
Шведова Алиса	8	шк. 1257	Москва	МА БИ ЛИ
Шестаков Иоанн	8	шк. ИНТ	Москва	МА ХИ БИ ЛИ АС
Шкловер Александр	8	шк. 5	Долгопрудный	МА БИ ЛИ МН
Яфракова Ольга	8	шк. ИНТ	Москва	МА ФИ ХИ ИС БИ ЛИ АС
9 класс				
Агакишиев Эльдар	9	лиц. 6	Дубна	МА ХИ ЛИ
Алымов Георгий	9	лиц. 1303	Москва	МА ФИ ХИ
Андреева Анна	9	шк. ИНТ	Москва	МА ЛИ МН
Балицкий Алексей	9	шк. 11	Железногорск	МА МИ МН
Банин Александр	9	шк. 192	Москва	ХИ БИ МН
Блинов Андрей	9	шк. ИНТ	Москва	МА ФИ ХИ ЛИ АС
Богачева Галина	9	шк. ИНТ	Москва	БИ АС МН
Богачёва Екатерина	9	шк. ИНТ	Москва	МА БИ АС
Богданов Виктор	9	гим. 1515	Москва	ХИ ЛИ АС МН
Борисова Татьяна	9	лиц. Л2Ш	Москва	МА ФИ ЛИ АС
Буркин Антон	9	шк. 1199	Москва	МА АС МН
Васильев Дмитрий	9	шк. 91	Москва	БИ АС МН
Визгина Полина	9	гим. 1567	Москва	МА АС МН
Волобуев Алексей	9	шк. 179	Москва	МА ФИ АС
Волчкова Анна	9	шк. 1415	Москва	ИС ЛИ МН
Высоканов Борис	9	гим. 1514	Москва	МА ХИ БИ ЛИ
Галеев Камиль	9	шк. ИНТ	Москва	ХИ ИС БИ АС МН
Гордиенко Екатерина	9	ЦО 57Ш	Москва	ИС ЛИ АС
Гришунина Светлана	9	лиц. 1533	Москва	МА МИ ЛИ
Данилов Михаил	9	лиц. 4	Королёв	ФИ ИС МН
Дронова Анна	9	шк. 192	Москва	ХИ БИ АС
Дудина Марина	9	шк. ИНТ	Москва	МА ЛИ АС
Егорова Марина	9	шк. ИНТ	Москва	ИС АС ЛТ МН
Елизаров Иван	9	шк. 192	Москва	ХИ БИ АС
Желтоножский Евгений	9	лиц. 1	Брянск	МА ФИ МН
Жумагалиев Алмас	9	шк. 179	Москва	МА БИ МН
Задорожная Алиса	9	шк. 1199	Москва	ИС БИ ЛИ АС
Иванов Александр	9	шк. 1189	Москва	МА БИ АС
Илюшин Роман	9	шк. 2030	Москва	ФИ ИС АС
Калашников Пётр	9	шк. 82	Черноголовка	МА ХИ ИС ЛИ МН
Калинин Михаил	9	шк. 179	Москва	ФИ ИС МН
Ковальков Николай	9	гим. 1514	Москва	ИС АС МН
Комендантян Андрей	9	шк. ОФМШ	Самара	МА МИ МН
Корженков Денис	9	гим. 1	Брянск	ЛИ АС МН
Косенко Василий	9	шк. 218	Москва	ХИ ЛИ АС МН
Кострикина Александра	9	гим. 1543	Москва	ХИ БИ ЛИ АС
Кузьмин Алексей	9	лиц. 1568	Москва	МА МИ ФИ ХИ
Ланина Наталья	9	шк. 192	Москва	МА БИ АС МН
Лопатина Дарья	9	шк. 706	Москва	ФИ АС МН
Лыжин Сергей	9	шк. 179	Москва	МА ИС МН
Лысенко Николай	9	ЦО 57Ш	Москва	ИС АС ЛТ
Мадорский Константин	9	лиц. 1502	Москва	МА ХИ ИС

Фамилия, Имя	Кл.	Школа №	Город	Грамоты
Майер Елизавета	9	лиц. 1568	Москва	МА ХИ АС МН
Мешков Михаил	9	ЦО 57Ш	Москва	ИС ЛИ АС
Мокина Ольга	9	шк. 1199	Москва	ИС ЛИ АС МН
Молчанова Дарья	9	шк. ИНТ	Москва	ХИ БИ АС
Неволина Светлана	9	гим. 1544	Москва	МА ХИ ИС БИ АС
Никонов Константин	9	ЦО 57Ш	Москва	ИС БИ АС
Пастух Денис	9	шк. 218	Москва	ФИ АС МН
Плотникова Ольга	9	шк. 179	Москва	МИ БИ АС
Плясова Мария	9	лиц. Л2Ш	Москва	МА ФИ ХИ
Повышева Лина	9	лиц. Л2Ш	Москва	МА БИ АС
Подколзина Анастасия	9	шк. 1199	Москва	ЛИ АС МН
Полднев Антон	9	шк. ИНТ	Москва	МА ХИ ЛИ
Полякова Дарья	9	шк. ИНТ	Москва	ХИ БИ ЛИ АС
Редёга Владимир	9	лиц. 1303	Москва	БИ АС МН
Руднев Никита	9	шк. 827	Москва	ФИ АС МН
Ряховская Александра	9	гим. 1508	Москва	ХИ ИС БИ АС
Сечкин Георгий	9	ЦО 57Ш	Москва	ИС АС МН
Скворцов Дмитрий	9	лиц. 1524	Москва	ФИ ЛИ МН
Смирнов Григорий	9	гим. 1567	Москва	МИ ХИ МН
Соловьева Марина	9	гим. 1567	Москва	МА БИ АС
Фомин Александр	9	шк. 1237	Москва	МА ИС АС МН
Фомкин Дмитрий	9	шк. 1252	Москва	ФИ АС МН
Царев Иван	9	гим. 1543	Москва	ХИ АС МН
Чайко Анастасия	9	шк. 1199	Москва	ЛИ АС МН
Чежгалов Андрей	9	шк. 192	Москва	МА ФИ МН
Чичинадзе Дмитрий	9	лиц. Л2Ш	Москва	МА ФИ ИС
Шипунова Екатерина	9	шк. 444	Москва	МА ИС БИ
Шрестха Анита	9	гим. 1538	Москва	МА БИ АС
Шушурин Филипп	9	гим. 1543	Москва	МА ИС БИ ЛИ АС
Якушенков Павел	9	шк. 179	Москва	МА ФИ АС
Ястребов Игорь	9	ЦО 57Ш	Москва	ХИ БИ ЛИ
10 класс				
Агаханова Ольга	10	шк. 5	Долгопрудный	МА ИС АС МН
Алюшин Алексей	10	СУНЦ МГУ	Москва	МА ФИ АС
Андреев Геннадий	10	шк. ИНТ	Москва	ХИ ИС БИ АС ЛТ
Байковская Вера	10	шк. 1199	Москва	ИС ЛИ ЛТ
Булачев Геннадий	10	гим. 4	Дзержинский	ФИ БИ МН
Валитов Арсений	10	шк. 420	Москва	ИС АС МН
Валитов Даниил	10	шк. 420	Москва	ИС АС МН
Варенцов Михаил	10	лиц. Л2Ш	Москва	МИ ИС АС МН
Василенко Ольга	10	шк. Ювенес	Москва	ЛИ АС МН
Гладкий Глеб	10	шк. 1199	Москва	МА АС МН
Грибанов Павел	10	гим. –	Клинцы	ХИ БИ АС
Дворкович Антон	10	шк. 444	Москва	БИ АС МН
Елишев Андрей	10	лиц. 1511	Москва	ХИ ИС АС МН
Заняткин Иван	10	шк. 67	Иваново	ХИ ЛИ АС
Кашлюк Екатерина	10	гим. 1518	Москва	БИ ЛИ МН
Кириченко Владимир	10	шк. 444	Москва	МА ФИ ХИ
Кондратьева Кира	10	шк. ИНТ	Москва	БИ ЛИ МН
Кубрак Дмитрий	10	шк. 179	Москва	ФИ ИС МН
Кузнецов Алексей	10	гим. 1565	Москва	ХИ АС МН
Лобойко Анфиса	10	гим. 5	Троицк	МА ХИ АС
Мосунова Дарья	10	лиц. 15	Саров	ФИ ЛИ МН
Неклюдов Михаил	10	шк. 6	Дзержинский	ФИ БИ АС

Фамилия, Имя	Кл.	Школа №	Город	Грамоты
Никитков Никита	10	шк. 444	Москва	БИ АС МН
Паламарчук Игорь	10	лиц. 1525	Москва	МА ФИ ЛИ
Покусаева Яна	10	гим. 1514	Москва	БИ АС МН
Попков Василий	10	шк. 218	Москва	ФИ БИ МН
Порутчик Екатерина	10	шк. МЭШ	Москва	ИС БИ ЛИ
Ремизов Павел	10	шк. 1199	Москва	БИ ЛИ АС
Семериков Илья	10	шк. 179	Москва	ФИ ИС БИ АС
Сердюкова Анастасия	10	гим. –	Новозыбков	ИС БИ АС
Скоморохов Антон	10	шк. 1189	Москва	ФИ БИ ЛИ АС МН
Смирнова Александра	10	шк. 887	Москва	ИС БИ АС
Суслова Софья	10	шк. 192	Москва	ХИ БИ ЛИ
Токман Владимир	10	шк. 4	Брянск	МИ ИС МН
Турбина Наталья	10	шк. ИНТ	Москва	МА ХИ МН
Шестакова Мария	10	СУНЦ МГУ	Москва	МА ИС ЛИ
Янушевич Леонид	10	ЦО ЦОТО	Москва	ФИ ИС ЛИ АС
11 класс				
Алескеров Имран	11	СУНЦ МГУ	Москва	МА МИ ФИ
Будников Егор	11	лиц. 1	Брянск	МА МИ ФИ ЛИ АС
Дунина Мария	11	шк. 1223	Москва	ИС ЛИ АС
Зайнуллина Наталья	11	шк. 345	Москва	МА ИС ЛИ
Зверева Ирина	11	шк. 520	Москва	ХИ БИ АС
Карпухин Михаил	11	шк. 46	Ульяновск	МА МИ ЛИ
Ковалёв Михаил	11	шк. 1	Фрязино	МА ИС АС
Ларченко Илья	11	лиц. 1	Брянск	МА МИ ФИ АС МН
Малашина Полина	11	гим. –	Серг. Посад	ИС ЛИ ЛТ
Маркина Надежда	11	шк. 520	Москва	ХИ БИ ЛИ
Матяш Евгений	11	шк. 3	Жуковский	ФИ ЛИ АС
Мочалова Елизавета	11	лиц. 1	Брянск	ХИ БИ АС
Натыкан Дмитрий	11	шк. 12	Брянск	МА ЛИ АС
Неретин Александр	11	лиц. Л2Ш	Москва	БИ ЛИ АС МН
Николаев Василий	11	шк. 315	Москва	ИС АС МН
Подшивалов Иван	11	ЦО 57Ш	Москва	ИС БИ АС МН
Пономарев Александр	11	шк. 1199	Москва	ЛИ АС МН
Романенко Александр	11	лиц. 1	Брянск	МА МИ АС МН
Самохин Игорь	11	шк. 91	Москва	БИ АС МН
Санаров Антон	11	шк. СМУН	Самара	МА МИ ЛИ
Фейзханов Рустем	11	лиц. 1557	Москва	ФИ ХИ МН
Хрущева Дарья	11	гим. 4	Озёры	ХИ АС МН
Чистяков Илья	11	КП МГУ	Москва	ЛИ АС МН

В таблице использованы следующие сокращения.

Типы учебных заведений:

гим. — гимназия,
ДО — домашнее обучение,
лиц. — лицей,
прог. — прогимназия,
ЦО — центр образования,
шк. — школа.

Учебные заведения:

57Ш — центр образования № 57 «Пятьдесят седьмая школа»,
8 МО — школа № 8 Министерства обороны РФ (г. Севастополь),
Vita — медико-биологическая школа «Vita»,
Дмитров — гимназия «Дмитров» (г. Дмитров),
ИНТ — школа-интернат «Интеллектуал»,

КП МГУ — Классический пансион МГУ,
Л2Ш — лицей «Вторая школа»,
Логос — гимназия «Логос» (г. Дмитров),
МЭШ — Московская экономическая школа,
ОФМШ — Областная физико-математическая школа (г. Самара),
СМУН — Самарский муниципальный университет Наяновой,
СУНЦ МГУ — Специализированный учебно-научный центр МГУ,
ЦОТО — центр образования «Технологии обучения»,
Ювенес — школа «Ювенес».

Населенные пункты (за исключением Москвы и областных центров; МО — Московской области):
Внуково — пос. Внуково Ленинского района МО,
Дзержинский — г. Дзержинский МО,
Дмитров — г. Дмитров МО,
Долгопрудный — г. Долгопрудный МО,
Дубна — г. Дубна МО,
Железногорск — г. Железногорск Курской области,
Жуковский — г. Жуковский МО,
Клинцы — г. Клинцы Брянской области,
Королёв — г. Королёв МО,
Менделеево — пос. Менделеево Солнечногорского района МО,
Новозыбков — г. Новозыбков Брянской области,
Озёры — г. Озёры МО,
Раменское — г. Раменское МО,
Сосновый Бор — г. Сосновый Бор Ленинградской области,
Серг. Посад — г. Сергиев Посад МО,
СПб — г. Санкт-Петербург,
Саров — г. Саров Нижегородской области,
Серпухов — г. Серпухов МО,
Троицк — г. Троицк МО,
Фрязино — г. Фрязино МО,
Химки — г. Химки МО,
Черноголовка — г. Черноголовка МО.

Ниже приводится таблица результатов участников по школам. В каждой строчке указывается название школы, количество школьников из этой школы, получивших грамоты за успешное выступление на Ломоносовском турнире в 2007 году, а также суммарное количество написанных этими школьниками работ, за которые были получены грамоты. (Некоторые школьники награждались за успешное выступление сразу по нескольким предметам, поэтому грамот может быть меньше, чем призовых работ.)

Для экономии места в таблицу включены только первые 100 школ из имеющихся 492 с положительными результатами (одна или более грамот за успешное выступление).

№ п/п	Название школы, гимназии, лицея (где находится, если не в Москве)	призовых работ	призёров
1	школа «Интеллектуал»	244	112
2	школа № 1189	193	105
3	школа № 444	167	122
4	гимназия № 1514	164	94
5	школа № 2007	161	121
6	лицей «Вторая школа»	125	72
7	школа № 853	123	87
8	школа № 1199 «Лига Школ»	120	53
9	школа № 179 МИОО	107	65

10	гимназия № 1543 на Юго-Западе	101	54
11	центр образования № 654	97	73
12	центр образования «Пятьдесят седьмая школа»	94	54
13	лицей № 1568	78	63
14	лицей г. Троицк Московской обл.	75	64
15	гимназия № 2 г. Раменское Московской обл.	67	54
16	школа № 192	64	35
17	гимназия № 1567	63	38
18	гимназия № 1554	55	47
19	гимназия № 1564	53	41
20	лицей № 1557	52	42
21	школа № 1299	50	41
22	школа № 91	49	33
23	СУНЦ МГУ	48	34
24	гимназия № 7 г. Раменское Московской обл.	46	34
25	школа № 548	44	34
26	школа № 82 г. Черноголовка Московской обл.	44	26
27	гимназия № 1544	43	32
28	школа № 218	41	28
29	лицей № 1537	40	33
30	лицей № 6 г. Дубна Московской обл.	36	21
31	лицей № 1511	35	28
32	школа № 1223	34	24
33	гимн. «Дмитров» г. Дмитров Московской обл.	31	24
34	школа № 520	31	20
35	школа № 1 г. Фрязино Московской обл.	29	24
36	гимназии г. Троицк Московской обл.	29	20
37	лицей НИП № 4 г. Королёв Московской обл.	29	16
38	школа № 1257	28	18
39	гимназия № 1538	27	20
40	школа № 7 г. Электросталь Московской обл.	26	26
41	гимназия № 4 г. Озёры Московской обл.	26	20
42	гимназия № 1565	26	18
43	лицей г. Фрязино Московской обл.	25	22
44	школа № 618	25	21
45	школа № 345	25	19
46–47	гимназия г. Сергиев Посад Московской обл.	23	19
46–47	школа № 1018	23	19
48	гимназия № 1506	23	16
49	школа № 1151	22	18
50	школа № 5 г. Долгопрудный Московской обл.	22	7
51–52	гимназия «Логос» г. Дмитров Московской обл.	20	14
51–52	лицей на Донской № 1553	20	14
53	лицей № 1524	20	13
54	лицей № 1580	19	19
55	школа № 54	18	15
56	школа № 827	18	13
57–58	школа № 1 г. Дмитров Московской обл.	17	15
57–58	школа № 1173	17	15
59	школа № 1201	17	13
60–61	школа № 13 г. Королёв Московской обл.	17	11
60–61	школа № 1434	17	11
62	лицей № 11 г. Долгопрудный Московской обл.	16	14
63	лицей № 1547	16	13

64	школа № 4 г. Фрязино Московской обл.	15	12
65–67	лицей № 1525	15	11
65–67	школа № 1678	15	11
65–67	школа № 706	15	11
68	гимназия № 1515	15	9
69	школа № 1409	14	14
70–71	гимназия «Пущино» г. Пущино Московской обл.	14	12
70–71	лицей № 1501	14	12
72–73	гимназия № 21 г. Электросталь Московской обл.	14	11
72–73	Московская экономическая школа	14	11
74	школа № 1324	14	7
75	школа № 1862	14	3
76–77	лицей ФТШ г. Обнинск Калужской обл.	13	11
76–77	школа № 7 г. Фрязино Московской обл.	13	11
78–80	школа № 1562	13	10
78–80	школа № 463	13	10
78–80	школа № 5 г. Фрязино Московской обл.	13	10
81	школа № 1237	13	9
82–83	гимназия № 1576	13	8
82–83	школа № 75 г. Черноголовка Московской обл.	13	8
84	школа № 81	12	10
85	лицей № 11 г. Химки Московской обл.	12	9
86–87	гимназия № 1583	12	8
86–87	Химический лицей № 1303	12	8
88	школа № 199	11	10
89	школа № 5	11	9
90	школа № 1203	11	8
91	школа № 152	10	10
92–93	лицей № 1581	10	9
92–93	школа № 2 г. Пущино Московской обл.	10	9
94–97	гимназия села Внуково Московской обл.	10	8
94–97	школа № 114	10	8
94–97	школа № 3 г. Пущино Московской обл.	10	8
94–97	школа № 936	10	8
98–99	школа № 113	10	7
98–99	школа № 1912	10	7
100–101	Классический пансион МГУ	10	6
100–101	школа № 1071	10	6

Такое сравнение результатов школ носит исключительно оценочный характер, его не следует рассматривать как результат научного статистического исследования (и тем более — как результат соревнования или «рейтинг» школ). Таким образом мы прежде всего хотим отметить и поблагодарить за успешную работу педагогические коллективы, и прежде всего — обычных школ, которые соседствуют в этой таблице с самыми известными и популярными учебными заведениями Москвы.

В 2007 году кроме Москвы и Московского региона (Дмитров, Внуково, Озёры, Пущино, Раменское, Ступино, Троицк, Фрязино, Электросталь) турнир был организован в городах Апатиты (Мурманская обл.), Астрахань, Белгород, Брянск, Владикавказ, Волгодонск, Железногорск (Курская обл.), Иваново, Курск, Мурманск, Оренбург, Переславль-Залесский, Пермь, Самара, Санкт-Пе-

тербург, Севастополь, Углянец (Воронежская обл.), Ульяновск, Уфа. Большинство из этих городов (но не все) по традиции прислали работы на проверку в Москву.

Также впервые была проведена полноценная интернет-трансляция турнира, в которой могли принять участие все желающие школьники, располагающие подключённым к сети Интернет компьютером.

Открытая публикация полных результатов — ещё одна из традиций турнира. Именно на этом этапе выясняется и исправляется большое количество недоразумений и ошибок. Полная таблица результатов опубликована в интернете по адресу http://www.mccme.ru/olympiads/turlom/2007. Эта таблица содержит регистрационные номера участников, классы и полный набор оценок по каждому заданию каждого предмета[1].

В интернете также опубликована компьютерная программа, по которой жюри подводит итоги турнира, и её исходный текст. Любой желающий может эту программу проверить и, обнаружив ошибку, сообщить об этом в жюри турнира.

Разумеется, какие-то погрешности всегда остаются, поэтому приведённые результаты нельзя считать абсолютно точными. Оргкомитет приносит извинения всем участникам, так или иначе ощутившим недостатки в нашей работе (неизбежные на любом массовом мероприятии).

В 2006 году в Москве (и окрестностях — Московском регионе) было организовано 31 место проведения Ломоносовского турнира. Это московские ВУЗы (МГУ, МИРЭА, МАИ и СТАНКИН), московские школы, гимназии, лицеи №№ 444, 463, 520, 601, 654, 853, 905, 1018, 1299, 1538, 1544, 1564, 1567, 1568, 1580, 1678, 2007, московская школа-интернат «Интеллектуал», а также гимназия «Дмитров» города Дмитров Московской области, Внуковская сельская гимназия села Внуково Московской области, гимназия № 4 города Озёры Московской области, школа № 1 города Пущино Московской области, гимназия № 2 города Раменское Московской области, гимназия № 7 города Раменское Московской области, лицей города Троицк Московской области, лицей города Фрязино Московской области, лицей № 7 города Электросталь Московской области.

Торжественное закрытие Турнира, вручение грамот и призов школьникам, принимавшим участие в турнире в Москве, состоялось 23 декабря 2007 года в Московском государственном университете.

Оргкомитет благодарит всех, кто в этом году принял участие в организации турнира. По нашим оценкам это более 500 человек — сотрудников и руководителей принимающих организаций, школьных учителей, студентов, аспирантов, научных работников, и многих других — всех принимавших участие в составлении и обсуждении заданий, организации турнира на местах, дежурстве в аудиториях, проверке работ, организации торжественного закрытия.

Кроме вышеупомянутых организаций, непосредственно проводивших турнир на своей территории в Москве и других городах, оргкомитет благодарит также

[1] По желанию участников (ответ на соответствующий вопрос в регистрационной анкете) в таблице также указывается фамилия, имя и школа.

следующие организации: Московская городская Дума, Департамент образования города Москвы, Российская Академия наук, Московский институт открытого образования, Оргкомитет международного математического Турнира городов, Московский центр непрерывного математического образования, Независимый московский университет, Российский государственный гуманитарный университет, Московский государственный технический университет, Компьютерный супермаркет НИКС, Компания «Яндекс», оказавшие существенную помощь оргкомитету и непосредственно организаторам турнира на местах.

Также благодарим участников выездной зимней школы в городе Пущино (в основном — учащихся старших классов московской гимназии № 1543 на Юго-Западе), которые внимательно прочитали предварительный вариант сборника задний турнира и помогли устранить замеченные недочёты и опечатки.

Вы читаете сборник заданий и решений 30-го по счёту Ломоносовского турнира. Но этот «юбилей» остался практически незаметным: к турниру уже все привыкли — и школьники, и их родители, и учителя, и московский Департамент образования. Настолько естественным и привычным это ежегодное мероприятие стало для образовательной среды города Москвы (а последние несколько лет — и многих других городов).

В архиве оргкомитета сохранилась точная информация о самом первом собрании организаторов Ломоносовского турнира, где и было решено этот турнир организовать: «18 октября 1978 г. с 21–15 до 23 часов происходила историческая встреча, на которой было принято историческое решение о проведении Турнира им. М. В. Ломоносова. Встреча произошла возле памятника В. И. Ленину на перроне Киевского вокзала. Во встрече приняли участие: Аркадий Вайнтроб, Н. Н. Константинов, Николай Репин и Виктор Тяхт».

Первый турнир состоялся в том же 1978 году. И с тех пор проводится ежегодно. К сожалению, осуществить это было далеко не просто. В 1999 году Ломоносовский турнир проводился в очень трагические для города Москвы и России дни. И состоялся исключительно благодаря лично взявшим на себя ответственность начальнику ГУВД Москвы Н. В. Куликову, руководителю московского Комитета образования Л. П. Кезиной и префекту ЦАО Москвы А. И. Музыкантскому. Оргкомитет выражает им благодарность за принятое тогда непростое решение. А также — всем сотрудникам правоохранительных органов, обеспечивавшим тогда безопасность школьников.

Прошедшие 30 лет — большой для развития науки срок.

30 лет назад никто не мог представить себе строительство в Москве 506-метрового небоскрёба (физика, задание № 3) — просто не было необходимых для такого строительства материалов и технологий.

Технологии платиновых катализаторов (химия, задание № 9) тоже были разработаны в существенной степени за прошедшие 30 лет.

Тогда чистой фантастикой казалось существование фирмы, предлагающей всем желающим создание генетических копий домашних животных (биология, задание № 7). Такая фирма не только была создана, но и уже успела «прогореть».

Тогда мы знали существенно меньше об экзотических языках Новой Гвинеи (лингвистика, задание № 1) и других труднодоступных регионов. С тех пор количество известных и описанных языков увеличилось в несколько раз.

Мы существенно меньше знали о планетах Солнечной системы. И даже не надеялись узнать что-либо про планеты других звёзд. . .

Материалы Ломоносовского турнира за прошедшие 30 лет опубликованы в интернете по адресу http://olympiads.mccme.ru/turlom.

Следующий турнир им. М. В. Ломоносова, напоминаем, планируется провести **в воскресенье 28 сентября 2008 года**. Приглашаем всех желающих школьников!

КОНКУРС ПО МАТЕМАТИКЕ

Задания

В скобках указано, каким классам рекомендуется задача; решать задачи более старших классов также разрешается.

1. (6–8) На столе лежало 100 яблок, 99 апельсинов и груши. К столу подходили ребята. Первый взял яблоко, второй — грушу, третий — апельсин, следующий опять яблоко, следующий за ним — грушу, за ним — апельсин. Далее ребята разбирали фрукты в таком же порядке до тех пор, пока стол не опустел. Сколько могло быть груш? Объясните свой ответ.

2. (6–8) У Пети в кармане несколько монет. Если Петя наугад вытащит из кармана 3 монеты, среди них обязательно найдётся монета «1 рубль». Если Петя наугад вытащит 4 монеты из кармана, среди них обязательно найдётся монета «2 рубля». Петя вытащил из кармана 5 монет. Назовите эти монеты.

3. (6–9) Джо знает, что для перевода из фунтов в килограммы нужно разделить массу в фунтах на 2 и полученное число уменьшить на 10%. Отсюда Джо сделал вывод, что для перевода из килограммов в фунты нужно массу в килограммах умножить на 2 и полученное число увеличить на 10%. На сколько процентов от правильного значения массы в фунтах он ошибётся?

4. (8–11) Играют двое. В начале игры есть одна палочка. Первый игрок ломает эту палочку на две части. И так игроки по очереди ломают на две части любую палочку из имеющихся к данному моменту. Если, сломав палочку, игрок может сложить из всех имеющихся палочек один или несколько отдельных треугольников (каждый — ровно из трёх палочек), то он выиграл. Кто из игроков (первый или второй) может обеспечить себе победу независимо от действий другого игрока?

5. (9–11) Впишите в клетки квадрата 3×3 числа так, что если в качестве коэффициентов a, b, c ($a \neq 0$) квадратного уравнения $ax^2 + bx + c = 0$ взять числа из любой строки (слева направо), столбца или диагонали (сверху вниз) квадрата, то у получившегося уравнения будет хотя бы один корень.

6. (9–11) На рисунке изображена фигура $ABCD$. Стороны AB, CD и AD этой фигуры — отрезки (причём $AB \parallel CD$ и $AD \perp CD$); BC — дуга окружности, причём любая касательная к этой дуге отсекает от фигуры трапецию или прямоугольник. Объясните, как провести касательную к дуге BC, чтобы отсекаемая фигура имела наибольшую площадь.

Решения к заданиям конкурса по математике

1. Поскольку на каждом круге апельсины берут в последнюю очередь, прошло 99 полных кругов «яблоко — груша — апельсин» (то есть фруктов каждого вида было как минимум 99). Но на следующем круге апельсинов уже не было, а яблоко ещё оставалась. После этого круга стол опустел, значит груш было или 99 (если последним взяли яблоко) или 100 (если последней взяли грушу).

Ответ. Могло быть 99 или 100 груш.

2. Раз среди любых трёх монет обязательно найдётся монета «1 рубль», значит монет другого достоинства не больше двух. То есть все Петины монеты, кроме, возможно, двух, — это монеты «1 рубль».

Раз среди любых четырёх монет обязательно найдётся монета «2 рубля», значит монет, отличных от «2 рублей», не больше трёх. То есть все Петины монеты, кроме, возможно, трёх, — это монеты «2 рубля».

Следовательно, среди вытащенных 5 монет обязательно имеются 3 монеты «1 рубль» (других монет может быть не больше двух) и 2 монеты «2 рубля» (других монет может быть не больше трёх).

Но $2 + 3 = 5$, то есть на самом деле все монеты названы: три рублёвые и две двухрублёвые.

Заметим, что мы определили (в условии задачи этого не требовалось), сколько каких монет всего лежало в кармане у Пети: это как раз и есть 5 названных монет. Действительно, такой набор монет в кармане обязательно должен присутствовать (раз Петя этот набор вытащил). С другой стороны, добавление к этому набору любой другой монеты («1 рубль», «2 рубля» или ещё какой-нибудь) даёт возможность вытащить из кармана набор из 5 монет не такой, как было найдено (заменив «дополнительной» монетой одну из не совпадающих с ней монет «правильного» набора). Поэтому никаких других монет, кроме пяти названных, у Пети в кармане по условиям задачи быть не может.

Ответ. «1 рубль», «1 рубль», «1 рубль», «2 рубля», «2 рубля».

3. Из условия: количество килограммов равно 45% от количества фунтов. (Пусть было k килограммов. После деления k на 2 получается $0{,}5k$, а 10% от $0{,}5k$ — это $0{,}1 \cdot 0{,}5k = 0{,}05k$. Итого получается $0{,}5k - 0{,}05k = 0{,}45k$, то есть 45% от k).

При этом Джо считает, что количество фунтов есть 220% количества килограммов. (Пусть f — количество фунтов. После умножения на 2 получается $2f$, а 10% от $2f$ — это $0{,}1 \cdot 2f = 0{,}2f$. Итого у Джо получится $2f + 0{,}2f = 2{,}2f$, то есть 220% от f.)

Пусть x — количество фунтов. Переведём сначала фунты в килограммы в соответствии с правильным способом: это 45% от x, то есть $0{,}45x$ килограмм. Затем «переведём» килограммы обратно в фунты в соответствии с неправильным способом Джо. Это будет 220% от $0{,}45x$, то есть $2{,}20 \cdot 0{,}45x = 0{,}99x$, или 99% от первоначального количества фунтов x. То есть Джо ошибётся на 1% в меньшую сторону.

Ответ. Джо ошибётся на 1% (полученное им значение массы в фунтах будет на 1% меньше правильного значения массы в фунтах).

4. Заметим вначале, что выигрыш возможен только после хода, после которого общее число палочек делится на 3. Пусть первого игрока зовут Петя, а второго — Вася. Тогда в первый раз выигрыш возможен после первого хода Васи, в следующий раз — после третьего хода Пети. Первым ходом Петя должен сломать палочку пополам. Как бы ни поделил одну из половинок Вася, треугольник из получившихся трёх палочек сложить нельзя, так как не выполняется неравенство треугольника (у нас одна из сторон равна сумме двух других). Итак, после первого хода Пети образовалось две одинаковые «кучки» из одной палочки. Своим вторым и третьим ходом Петя должен «повторить ход» Васи на симметричной кучке. Таким образом, после третьего хода Пети перед ним лежат палочки длины a, b, c, a, b, c. Пусть $a \geqslant b \geqslant c$. Составим два равнобедренных треугольника: первый со сторонами a, a, c и второй со сторонами b, b, c.

Ответ. Выигрывает первый игрок.

5. Конечно можно попытаться просто подобрать числа. Например так:

$$\begin{matrix} 1 & 3 & -4 \\ 4 & 0 & -4 \\ 4 & -3 & -1 \end{matrix}$$

(заметим, что при этом все корни будут рациональными).

Однако лучше найти способ, который бы позволил без явного подбора и угадывания обеспечить построение решения задачи.

Заметим, что если у квадратного уравнения $ax^2 + bx + c = 0$ коэффициент b много больше как a, так и c, то дискриминант $D = b^2 - 4ac$ заведомо положительный, а значит, уравнение имеет корни.

Попробуем поставить числа в квадрате, так, чтобы обеспечить выполнение данного условия.

1) Числа «в углах» могут быть только первыми и третьими коэффициентами. Поставим в углы число 1.

$$\begin{matrix} 1 & ? & 1 \\ ? & ? & ? \\ 1 & ? & 1 \end{matrix}$$

2) Поставим в середины сторон число много больше 1, например 10.

$$\begin{matrix} 1 & 10 & 1 \\ 10 & ? & 10 \\ 1 & 10 & 1 \end{matrix}$$

Таким образом, условие задачи выполнено для сторон квадрата

3) Поставим в центр квадрата число много большее всех, уже поставленных, например 100.

$$\begin{matrix} 1 & 10 & 1 \\ 10 & 100 & 10 \\ 1 & 10 & 1 \end{matrix}$$

Условие будет выполнено и для диагоналей, и для среднего столбца, и для средней строки квадрата.

Приведём ещё один вариант построения примера. У уравнения $ax^2+0x+0=0$ точно есть корень ($x=0$). Поставим нули так, чтобы много уравнений имело именно такой вид:

$$\begin{matrix} ? & ? & ? \\ ? & 0 & 0 \\ ? & 0 & 0 \end{matrix}$$

Теперь осталось «урегулировать» только первую строку, первый столбец и одну диагональ. Поставим сначала в строку и столбец какие-нибудь известные квадратные трёхчлены, имеющие корень:

$$\begin{matrix} 1 & 2 & 1 \\ 2 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 0 \end{matrix}$$

Осталась проблема с диагональю, на которой стоят 1 0 1. Поменяем знак у одной из единиц:

$$\begin{matrix} 1 & 2 & 1 \\ 2 & 0 & 0 \\ -1 & 0 & 0 \end{matrix}$$

Ответ. Примеры правильных вариантов ответа:

$$\begin{matrix} 1 & 10 & 1 \\ 10 & 100 & 10 \\ 1 & 10 & 1 \end{matrix} \qquad \begin{matrix} 1 & 3 & -4 \\ 4 & 0 & -4 \\ 4 & -3 & -1 \end{matrix} \qquad \begin{matrix} 1 & 2 & 1 \\ 2 & 0 & 0 \\ -1 & 0 & 0 \end{matrix}$$

6. Воспользуемся формулой площади трапеции — площадь равна произведению средней линии на высоту.

В нашем случае боковыми сторонами трапеции будут отрезок AD и касательная MN, а основаниями трапеции — отрезки[1] AM и DN.

Очевидно, что высота трапеции (расстояние между основаниями, равное, например, перпендикулярному основаниям отрезку AD) не зависит от выбора положения касательной. А вот среднюю линию можно менять.

Проведём серединный перпендикуляр к AD. Обозначим точки его пересечения с AD и с дугой BC через K и L соответственно. Заметим, что средняя линия получаемых трапеций всегда будет содержаться в отрезке KL.

Значит, площадь максимальна, если средняя линия совпадет с KL. Поэтому следует провести касательную через точку L.

[1] Эти отрезки на чертеже расположены вертикально, а не горизонтально, что стилистически менее привычно для названия «основание трапеции». Тем не менее ничто не мешает формально рассмотреть отрезки AM и DN качестве оснований трапеции.

Ответ. Касательную к дуге BC надо провести через точку пересечения этой дуги с серединным перпендикуляром к отрезку AD.

Критерии проверки и награждения

Было предложено 7 заданий.

По результатам проверки каждого задания ставилась одна из следующих оценок:

$$+! \qquad + \qquad +. \qquad \pm \qquad \frac{+}{2} \qquad \mp \qquad -. \qquad - \qquad 0$$

Верно решённая задача оценивалась знаком «+», решение с незначительными недочётами «+.», с более серьёзными недочётами и пробелами «±», очень

хорошие решения отмечались оценкой «+!»; решения, доведённые примерно до половины, оценивались знаком «+/2», за существенные продвижения в решении (при отсутствии самого́ верного решения) ставилась оценка «∓», незначительные продвижения оценивались знаком «−.», отсутствующие в работе задачи при проверке условно обозначаются оценкой «0».

Такая сложная система оценок является традиционной для московских математических олимпиад. Она сложилась за многолетнюю олимпиадную историю и прежде всего позволяет сообщить школьнику в краткой, но содержательной форме информацию о достигнутых им успехах (оценки высылаются школьникам по электронной почте, а также публикуются на www-странице Ломоносовского турнира http://www.mccme.ru/olympiads/turlom), а также помогает жюри во время работы точнее ориентироваться в ситуации и, тем самым, уменьшить количество ошибок.

При награждении учитывались только задачи своего и более старших классов. Задачи, предназначенные для более младших классов (чем тот, в котором учится участник турнира), проверялись и оценивались, но не учитывались при награждении.

Задача считалась решённой, если за неё поставлена оценка «+!», «+», «+.», или «±»; также каждые две оценки «+/2» условно засчитывались как одна решённая задача.

Оценка «e» (балл многоборья) ставилась:
1. за 1 решённую задачу;
2. за 1 оценку +/2 в 6 классе и младше.

Оценка «v» (грамота за успешное выступление в конкурс по математике) ставилась:
1. за 2 решённые задачи;
2. за 1 решённую задачу в 6 классе или младше.

В случае, если поставлена оценка «v», оценка «e» не ставится.

КОНКУРС ПО МАТЕМАТИЧЕСКИМ ИГРАМ

Условия игр

Выберите игру, которая Вас больше заинтересовала, и попробуйте придумать для одного из игроков (первого или второго) стратегию, гарантирующую ему победу независимо от ходов соперника. Постарайтесь не только указать, как следует ходить, но и объяснить, почему при этом неизбежен выигрыш. Ответ без пояснений не учитывается.

Не пытайтесь решить все задания, сохраните время и силы для других конкурсов. Хороший анализ даже только одной игры позволит считать Ваше участие в конкурсе успешным.

1. Шарики. Есть длинный ряд луночек. В трёх из них лежит по шарику. Игроки по очереди делают ход: берут один из крайних шариков и перекладывают в свободную луночку между двумя другими. Тот, кто не может сделать ход, считается проигравшим.

Кто — начинающий игру или ходящий вторым — победит при правильной игре при показанных на рисунках первоначальных расположениях шариков?

а)

б)

в)

г) Разберите общий случай. Пусть между крайними шариками и средним имеется N и K пустых луночек. Кто победит (в зависимости от N и K)?

2. Взаимно простые числа. На листке бумаги написаны натуральные числа от 1 до N. Игроки по очереди обводят в кружок одно число, соблюдая условие: любые два уже обведённых числа должны быть взаимно простыми, то есть не иметь общих натуральных делителей, кроме единицы. Два раза число обводить нельзя. Проигрывает тот, у кого нет хода.

а) Кто — начинающий игру или ходящий вторым — победит при $N = 10$?

б) А при $N = 12$?

в) А при $N = 15$?

г) А при $N = 30$?

д) Случай произвольного N составителям задания кажется сложным, однако будет интересно, если вы укажете какие-либо общие принципы для этой игры.

3. Паук и бабочка. Паук в лесу сплёл паутину. Длинные нити привязал к веткам. И в эту паутину залетела бабочка. За один ход бабочка или паук могут передвинуться по отрезку нити в соседнюю точку пересечения нитей; бабочка также может выбраться на конец нити («ветку»), если перед этим находилась в соседней точке пересечения.

Они ходят по очереди, начинает бабочка. Если бабочка смогла добраться до веток, она спаслась (это её победа). Если паук добрался до бабочки, он её съедает (и это его победа).

Возможен и такой исход, когда никто не побеждает, а игра длится бесконечно.

а) Чем закончится игра в ситуации, изображённой на рисунке?

На рисунке у паутины 4 кольца и 7 радиусов. Будем теперь менять эти числа, при этом паук и бабочка изначально будут располагаться так же как на рисунке: паук на внешнем кольце, бабочка на следующем и при этом на соседнем радиусе.

б) Чем закончится игра, если колец 3, а радиусов 7?

в) Чем закончится игра, если колец 4, а радиусов 10?

г) Разберите общий случай $K \geqslant 2$ колец и $R \geqslant 3$ радиусов.

Решения математических игр

1. Решим сразу общую задачу — пункт (г). Ответ: если какое-то из чисел N, K нечётно (такое положение шариков назовём «удачным»), побеждает начинающий, иначе («неудачное» положение шариков — числа N и K чётны) победу одержит второй игрок. Это следует из двух утверждений.

1) **Любой** ход из неудачного положения приводит к удачному.

2) При всяком удачном положении **возможен** ход, приводящий к неудачному положению.

В самом деле, игрок в удачном положении должен делать ход согласно утверждению 2, тогда при любом ходе соперника согласно утверждению 1, у него снова будет возможность пойти и т. д. У него ходы, как мы видим, кончиться не могут, а значит соперник проиграет. В неудачном же положении игрок первым ходом ставит соперника в положение первого игрока в удачном положении, что обеспечивает ему победу.

Докажем утверждение 1. Числа N и K чётны. После перестановки шарика один из промежутков (скажем, длины K) исчезает, а второй разбивается на два, сумма длин которых равна $N-1$ (одно место займёт переставленный шарик). Поскольку сумма длин нечётна, одно из слагаемых нечётно, то есть положение стало удачным.

Докажем утверждение 2. Из чисел N и K хотя бы одно нечётно (например, N). Возьмём шарик, не являющийся границей промежутка длины N, и поставим его в лунку рядом с любым из имеющихся (такой ход возможен, так как N нечётно, и поэтому $N > 0$). Мы получим неудачное положение, характеризующееся чётными расстояниями между шариками (0 и $N-1$).

Итак, мы установили, что в пунктах (а) и (в) победит первый, а в пункте (б) — второй игрок.

Отметим, что не любой ход из удачного положения приводит к неудачному, так что «бездумно» играть всё же нельзя — ошибочный ход первого игрока может позволить сопернику перехватить инициативу и победить.

2. Прежде чем решать пункты (а)—(г) укажем несколько общих соображений. Число 1 может обвести любой игрок в любой момент. Про остальные числа можно сказать вот что: если мы обводим число, имеющее простые делители $p_1, p_2, \ldots, p_k$, то больше ни одно число, делящееся на хотя бы одно из этих простых чисел, обводить нельзя. Фактически игру можно понимать так: выписаны все простые числа, не превосходящие N, и число 1, и можно «брать» одно или несколько таких чисел. Так, обводя 3, мы «берём» простое число 3, обводя 9, тоже «берём» 3, а обводя, скажем, 12, «берём» 2 и 3 одновременно. Теперь рассмотрим отдельные пункты задания.

а) Список чисел: 1, 2, 3, 5, 7. По чётности ходов первый побеждает, но второй может взять два числа сразу (2 и 3, обведя 6 или 2 и 5, обведя 10). Чтобы ему помешать, первым ходом возьмём 2. Победа первому игроку обеспечена.

б) Список чисел: 1, 2, 3, 5, 7, 11. По чётности ходов побеждает второй, но первый может перехватить инициативу и взять два числа сразу (2 и 3, обведя 6). Дальше числа можно брать только по одному — первый игрок снова победил.

в) Список чисел: 1, 2, 3, 5, 7, 11, 13. По чётности ходов побеждает первый, но тут дела его плохи. Он никак не сможет помешать второму взять два числа сразу (можно брать 2 и 3, обводя 6, можно 2 и 5, обводя 10, и можно, наконец, 3 и 5, обводя 15). Какое бы число из набора 2, 3, 5 ни взял первый, второй берёт два оставшихся. Если первый возьмёт сам два числа, дальше они будут брать по одному, и он проиграет. Если первый возьмёт 1, 7, 11 или 13, второй возьмёт, например, 2 и 3, и всё равно победит.

г) Список чисел: 1, 2, 3, 5, 7, 11, 13, 17, 19, 23, 29. Здесь снова побеждает первый, — обводя 30, он берёт сразу три числа: 2, 3 и 5. Дальше числа можно брать только по одному, и он побеждает.

Первый игрок, имея право первого хода, конечно, в некоторой степени управляет ситуацией. При $N \leqslant 30$ он побеждает всегда, кроме $N = 2, 5, 15, 16, 19, 20, 21, 22, 29$. Исход игры зависит от распределения в ряду от 1 до N простых чисел и произведений различных простых, но простых закономерностей в нём нет.

3. Будем решать сразу общую задачу — пункт (г). Во-первых, заметим, что победа паука **невозможна** ни при каких R и K. Это следует из того, что у бабочки **всегда есть ничейная стратегия**. Она состоит в том, что бабочка делает ход по своему кольцу в сторону от паука. При $R > 3$ очевидно, что пауку надо делать ход по своему кольцу в ту же сторону, иначе бабочка выходит по тому радиусу, на котором сейчас находится. При этом положение членистоногих относительно паутины и друг относительно друга не меняется, поэтому бабочка снова может сделать аналогичный ход, и так далее до бесконечности. При $R = 3$ у паука есть ещё один ход — по своему кольцу в противоположную сторону, когда он оказывается на одном радиусе с бабочкой. Но и тогда бабочку он не поймает. Та делает ход в любую сторону по своему кольцу, паук — по своему (идти вглубь паутины он не может — упускает бабочку), и так до бесконечности.

Итак, паук не может победить, ибо бабочка его способна «водить за нос» сколь угодно долго. Может ли бабочка победить? Да, хотя и не всегда. Её стратегия состоит в том, чтобы двигаться в центр паутины, а потом уходить по радиусу, наиболее удалённому от паука. При этом паук через центр её не

догонит (отстаёт по крайней мере на ход), а перехватить, двигаясь по кольцу (естественно, наружнему, остальные менее выгодны), сможет только если ему хватит ходов. Это будет при

$$K \geqslant x = \begin{cases} R/2, & \text{если } R \text{ чётно} \\ (R-1)/2, & \text{если } R \text{ нечётно} \end{cases}$$

В противном случае бабочка вырвется.

Здесь ещё нужно выяснить, нет ли при $K < x$ какой-нибудь другой выигрышной стратегии для бабочки. Оказывается, нет. Если бабочка двигается по своему кольцу, паук преследует её, не давая вылететь. Как только бабочка делает ход к центру паутины, паук встаёт на её радиус. Далее он сохраняет это свойство по отношению к ней (например, перемещаясь со внешнего кольца на следующее и обратно), тем самым, не давая ей вылететь, пока бабочка не попадает в центр (тут пауку надо выйти на внешнее кольцо, а если он на нём — сместиться по нему куда угодно). Далее пауку нужно посмотреть, куда двинулась бабочка, и идти ей наперехват по внешнему кольцу (в ту сторону, где путь короче). Вскоре они снова окажутся на одном радиусе (если бабочка будет двигаться не только наружу, она тем более потеряет время, если снова вернётся в центр — паук должен снова действовать так, как описано выше). Далее действия паука повторяются. Итак, в этом случае никто не имеет выигрышной стратегии, и игра продлится бесконечно.

Анализ заданий (а)—(в) показывает, что в случаях (а) и (б) будет ничья, а в случае (в) бабочка спасётся.

Критерии оценок

Было предложено 3 задания. Задания можно было выполнять письменно, а также — в тех местах проведения турнира, где был организован устный конкурс — и устно.

Результаты проверки каждого из трёх заданий, выполненных письменно, оценивались в баллах. За выполнение каждого из этих заданий можно было получить от 0 до 20 баллов.

Задания оценивались по следующим критериям.

Общие критерии.

1) Разбор игры, в котором отсутствует построение выигрышной (или ничейной) стратегии (в том числе в случае, когда термин «стратегия» используется, но при этом понимается неверно с математической точки зрения) — не оценивается (0 баллов).

2) Ответ без объяснений (кроме случая, описанного в критерии 1 к задаче 3), а также же примеры партий — не оцениваются (0 баллов).

3) За решение с верной идеей, но с большим количеством ошибок, «путанное» (при проверке из текста невозможно полностью понять, что именно имел в виду решающий) ставится половина от максимально возможного (в соответствии с критериями) количества баллов.

4) При оценке устного ответа каждый принятый пункт каждого задания оценивается по 5 баллов.

5) В каждой задаче баллы, полученные по отдельным критериям, суммируются, выставляется минимум из полученной суммы и числа 20.

6) В случае, если за какое-либо задание была получена как «устная», так и «письменная» оценка — при подведении итогов из этих оценок учитывается лучшая.

Критерии по отдельным задачам (первая цифра в нумерации — номер задачи):

1.1. Разобран конечный частный случай, не указанный в задании — 0 баллов.

1.2. Разобран один из пунктов **а**, **б**, **в**: по 5 баллов за пункт.

1.3. Разобран один из пунктов **а**, **б**, **в** не полностью, упущено 1–2 варианта, но ответ верен: по 1 баллу за пункт.

1.4. В пункте **г**: правильный ответ с описанием того, как меняются в ходе игры чётности расстояний — 12 баллов; плюс 5 баллов за указание того, как именно (или почему) нечётное расстояние всегда *можно* разбить на два чётных; плюс по 1 баллу за каждый правильный ответ в пунктах **а**, **б**, **в** (если эти пункты не разобраны отдельно, а их решение должно вытекать из **г**).

2.1. Общие слова вида «важны простые числа» или «фактически игра ведётся на простых числах» — 3 балла.

2.2. В пунктах **а** и **б** за полный разбор и верный ответ по 4 балла, за неполный (упущены 1–2 случая) — по 2 за пункт.

2.3. В пунктах **в** и **г** за полный разбор и верный ответ по 6 баллов, за неполный (упущены 1–2 случая) — по 3 балла за пункт.

3.1. Приведено без объяснений соотношение между R и K, нужное для победы бабочки — 5 баллов.

3.2. Указано и доказано соотношение и верно описана стратегия бабочки — 15 баллов.

3.3. Явно указана возможность ничьи (бесконечной игры) для бабочки — 5 баллов.

3.4. Указано, что во всех пунктах «умная» бабочка идёт через центр и побеждает, а «глупый» паук с ней не справляется — 3 балла.

3.5. Указано, что во всех пунктах «умный» паук кружит по внешнему кольцу и не выпускает бабочку — 3 балла.

3.6. Указано, что для победы бабочки $R > K$, но соотношение не уточнено приблизительно (например, $R > 2K$), при этом явно описана стратегия — 10 баллов.

3.7. Указано, что для победы бабочки $R > K$, соотношение уточнено, но явно (асимптотически) неверно (например, $R > K + 3$), но при этом явно описана стратегия — 5 баллов.

3.8. Неверный ответ в одном из пунктов при описанной верной стратегии — снять по 2 балла за пункт (но минимальная оценка не менее 0).

Оценка «е» (балл многоборья) ставилась, если в сумме по трём заданиям было набрано 8 баллов или больше.

Оценка «v» (грамота за успешное выступление в конкурсе по математическим играм) ставилась, если в сумме по трём заданиям было набрано 18 баллов

или больше. (То есть достаточно было полностью выполнить любое одно задание — возможно, с незначительными недочётами. Для этого, в частности, было достаточно полностью выполнить задание на одном «сеансе» устного конкурса.)

В случае, если поставлена оценка «v», оценка «е» не ставится.

Инструкция проводящим устный конкурс «Математические игры»

Уважаемые коллеги! Перед Вами задания конкурса «Математические игры» Турнира Ломоносова 2007 года. Мы рекомендуем вам по возможности провести этот конкурс в устной форме для учеников не старше восьмого класса. Ученикам 9–11 классов дайте задания для письменной работы (прилагаются отдельно) и посадите их в специальную аудиторию. Если нет возможности провести конкурс устно, дайте письменные задания и младшим ребятам, но всё же, пожалуйста, постарайтесь организовать для них устный конкурс — младшеклассники, как показывает печальный опыт прошлых лет, очень плохо записывают решения заданий по математическим играм.

Мы советуем проводить устный конкурс приблизительно так. В выделенной аудитории назначаются «сеансы игр» — например, каждый час или, если аудитория невелика, каждые 45 минут. Расписание «сеансов» вывешивается на дверях. Перед началом сеанса в аудиторию запускаются участники и рассаживаются за парты, лучше по двое. Не допускайте перенаселения, посоветуйте тем, кто не помещается, посетить иные конкурсы, а на этот прийти к другому сеансу.

На каждом сеансе ведущие (их нужно примерно по одному на 10–15 школьников) могут выбрать одну игру из предложенных ниже. Перед тем, как рассказать правила, можно кратко объяснить, что такое математическая игра, что такое стратегия, привести пример на самых известных играх, например, «крестики-нолики 3×3» или «двое берут из кучи по 1 или 2 камня». Рассказав правила, можно выдать ребятам задания (для этого их надо предварительно разрезать, чтобы можно было выдать задания и правила только одной игры), реквизит (об этом подробнее написано ниже) и попросить их сыграть друг с другом или с вами несколько партий, чтобы понять принципы игры. С желающим объяснить решение какого-либо пункта задания, негромко побеседуйте. Потребуйте, чтобы он не просто «обыграл» вас, а внятно объяснил стратегию. **Сданную задачу отметьте в протоколе (бланк прилагается)**.

Участнику можно предложить перейти в аудиторию, где проходит письменный конкурс

— если он затрудняется изложить устно решение, особенно пунктов **г** первой и третьей игр,

— если он хочет изложить что-то по пункту **2д**,

— если он уже решил предложенную игру и хочет решать другие,

— если по каким-то причинам Вы бы хотели, чтобы его решение подверглось внешней проверке,

— если, наконец, он бузит и мешает Вам работать.

Многие дети, кстати, не настолько жаждут решить и сдать задачу, они приходят просто поиграть. Дайте им эту возможность, поиграйте с ними, устройте турнир по какой-то игре (например, в игре 2 достаточно большое число N даёт

довольно непредсказуемый результат, играть будет интересно). Шутите, улыбайтесь, создайте праздничную атмосферу. Самых заядлых игроков можно оставить на повторный сеанс, но сначала напомните о других конкурсах.

О подготовке и реквизите. Чтобы конкурс прошёл хорошо, к нему надо подготовиться.

Во-первых, **прорешайте заранее задания**, чтобы уверенно играть с детьми, когда надо поддаваясь, когда надо побеждая.

Во-вторых, распечатайте бланк протокола, распечатайте, размножьте и разрежьте на три части задания игр.

В-третьих, заранее подготовьте реквизит. **Для игры № 1** распечатайте и размножьте листы с «лунками», разрежьте их по линиям, ленты склейте скотчем. У Вас получатся достаточно длинные полоски «лунок», а в качестве шариков можно использовать любые подручные мелкие предметы: скрепки, кнопки, ластики и пр. или же заготовить заранее какие-то специальные фишки. **Для игры № 2** распечатайте и размножьте листы с числами, разрежьте их на отдельные карточки. Поля на 50 и 70 чисел можно использовать для достаточно длинных партий, если будут желающие их сыграть. **Для игры № 3** распечатайте в нужном количестве листы с пауками и бабочками, наклейте на картон и разрежьте по линиям. У Вас получатся фишки (их можно даже заламинировать скотчем). Распечатайте и размножьте игровые поля-паутины. В ходе игры самые разные паутины можно, конечно, и просто нарисовать на бумаге. Можете нарисовать паутины другой формы, например, не с круговыми, а со спиральными нитями.

Не пожалейте времени на изготовление реквизита — оно окупится радостью маленьких участников Турнира.

О записи результатов. **В протоколе отражайте сданные школьниками задания.** Принимайте задачи строго, требуйте объяснения правильности стратегии. Не подсказывайте явно, но незаметно слегка помогите участнику, если видите, что он понимает суть решения, но не может точно её выразить. Пункты **1г** и **3г** принимайте особенно внимательно. Бывает так, что маленький участник очень ловко играет в игру, в разные её варианты, но объяснить ничего толком не может. Отметьте это словами в протоколе, такого малыша тоже можно будет поощрить. Протокол(ы) сдайте старшему по месту проведения Турнира.

Спасибо Вам!

КОНКУРС ПО ФИЗИКЕ

Задания

В скобках после номера задачи указаны классы, которым эта задача рекомендуется. Ученикам *7 класса и младше* достаточно решить **одну** «свою» задачу, ученикам *8 класса и старше* — **две** «своих» задачи. Решать остальные задачи тоже можно.

1. (6–8) Вдоль прямой дороги лежал телефонный провод. Два телефониста решили его перетащить. Один взял конец провода и тянет его со скоростью 3 км/ч. Второй телефонист взял другой конец этого провода и пошёл догонять перво-

го телефониста со скоростью 4 км/ч. С какой скоростью перемещается вдоль дороги место сгиба провода?

2. (7–9) Широкая равнинная река покрывается льдом, начиная от берегов. Поверхность воды обычно покрыта рябью, а у кромки льда плещутся волны. Почему же поверхность льда в результате получается почти идеально ровной?

3. (8–9) В Москве на Краснопресненской набережной идёт строительство высотного здания — башни «Федерация».

На интернет-сайте http://www.federationtower.ru/about/excursion/, посвящённом строительству, можно прочитать: «Вообразите: вы входите в двери стеклянного здания, представляющего собой 506-метровый шпиль, садитесь в один из четырех прозрачных лифтов и со скоростью 4 метра в секунду поднимаетесь на смотровую площадку, оборудованную телескопами, откуда можно увидеть даже Санкт-Петербург!» Не напутали ли авторы этого текста чего-нибудь? Для справки: радиус Земли ≈ 6370 км, расстояние Москва — Санкт-Петербург ≈ 640 км.

4. (8–10) Модель железной дороги по размерам в 100 раз меньше, чем настоящая железная дорога в натуральную величину. Все детали модели соответствуют действительности и изготовлены из тех же материалов, что и настоящие. Во сколько раз кинетическая энергия настоящего движущегося поезда больше, чем кинетическая энергия модели этого поезда (модель точно повторяет все перемещения, совершаемые настоящим поездом; настоящий поезд проезжает участок пути по настоящей железной дороге за то же время, что и модель соответствующий участок на макете железной дороги)?

Пояснение для тех, кто ещё не знает формулу для вычисления кинетической энергии движущегося предмета: $E_{\text{кин}} = mv^2/2$, где m — масса предмета, v — скорость движения.

5. (8–11) Ночью в ясную безветренную погоду в озере отражаются звёзды; то есть наблюдаются мнимые оптические изображения этих звёзд «в глубине» озера. На какой примерно «глубине» (на каком расстоянии от поверхности воды) находятся изображения этих звёзд?

Определите эту «глубину» с точки зрения человека, стоящего на берегу озера у са́мой воды, для звёзд, которые на небе расположены точно над местом нахождения человека.

6. (9–10) Согласно исследованиям геологов изнутри Земли к её поверхности идёт средний тепловой поток мощностью 0,05 Вт/м^2. Во время ледниковых периодов среднегодовая температура над Северным Ледовитым Океаном в течение многих тысяч лет была равна $-20\,^\circ$C. Теплопроводность льда 0,9 Вт/(м $\cdot\,^\circ$C). Оцените максимальную толщину льда в предположении, что осадки над океаном не выпадают, и лёд с поверхности не испаряется.

7. (9–11) Вокруг закрытого сосуда с мелкопористыми стенками находится обычный атмосферный воздух. Установилось равновесие, и внутри сосуда находится воздух такого же состава, температуры и давления, что и вокруг.

Если теперь в воздух, находящийся вокруг сосуда, добавить газ метан (химическая формула CH_4), внутри сосуда на какое-то время давление повысится. (Предполагается, что давление и температура окружающего воздуха не менялись.) Объясните, почему происходит это временное повышение давления.

(Такой способ обнаружения резкого повышения концентрации метана раньше, до появления современных газоанализаторов, использовался в угольных шахтах. К пористому сосуду подсоединялся ртутный манометр, при повышении давления ртуть замыкала электрическую цепь, подключённую к механизму, подающему сигналы тревоги.)

8. (9–11) Винни Пух ходит в гости к Пятачку через лес по прямой дороге со скоростью 5 км/час. Просто по лесу (без дороги) Винни Пух может передвигаться со скоростью 1 км/час.

У самой дороги посреди леса стоит дуб с пчёлами. Винни Пух обходит дуб лесом. При этом он не приближается к дубу ближе чем на 1 км и добирается до дома Пятачка за минимальное время.

На сколько быстрее добирался бы Винни Пух до своего друга, если бы не боялся пчёл?

Для получения численного ответа вам могут понадобиться приближённые значения $\arccos 0{,}2 \approx 1{,}369$ и $\arcsin 0{,}2 \approx 0{,}201$.

9. (10–11) В вакууме в некоторой инерциальной системе отсчёта две одинаковые электрически заряженные частицы находятся в момент времени t в точках, которым соответствуют радиус-векторы $\vec{r}$ и $-\vec{r}$. Частицы в этот момент имеют скорости $\vec{v}_1 = \vec{r}/t$ и $\vec{v}_2 = -\vec{r}/t$. Ускорения этих частиц в этот же момент времени равны $\vec{a}_1 = \vec{r}/t^2$ и $\vec{a}_2 = -\vec{r}/t^2$. На каком минимальном расстоянии находились частицы в процессе движения?

Взаимодействие частиц считать электростатическим; электродинамическими эффектами, обусловленными движением с ускорением, пренебречь.

Ответы и решения к заданиям конкурса по физике

1. Рассмотрим участок дороги, на котором находится место сгиба провода и какая-то часть провода, сложенного вдвое. Из этого участка телефонисты «утягивают» провод со скоростью $3\,\frac{\text{км}}{\text{ч}} + 4\,\frac{\text{км}}{\text{ч}} = 7\,\frac{\text{км}}{\text{ч}}$.

Для сокращения длины сложенного вдвое провода на величину L нужно «утянуть» часть провода длиной $2L$. Поэтому скорость перемещения места сгиба провода вдоль дороги в 2 раза меньше скорости утягивания провода, то есть равна $0{,}5 \cdot 7\,\frac{\text{км}}{\text{ч}} = 3{,}5\,\frac{\text{км}}{\text{ч}}$.

2. Прежде всего заметим, что скорость «волн» на воде, из которых состоит рябь, то есть скорость изменения формы этой ряби, существенно больше, чем скорость намерзания льда. Поэтому буквально «повторить» форму ряби на поверхности воды лёд не может.

Но почему же поверхность льда оказывается плоской, а не имеет какую-нибудь неровную форму? Одно из возможных объяснений такое. Волны, которые

плещутся у края образующегося льда, всё время перехлёстываются через этот край, образуя там тонкую плёнку воды («лужу»), которая постепенно «примерзает» к основному льду. Так происходит до тех пор, пока толщина льда и/или расстояние от данного места до края льда (лёд тем временем намерзает и в ширину) станут такими, что выплёскивающаяся на край льда вода до данного места уже «не достанет». Описанный процесс равномерно перемещается от берегов до середины реки, оставляя за собой ровную поверхность.

Отметим ещё один интересный момент. Вода, как известно, при замерзании расширяется (то есть образовавшийся из неё лёд займёт больший объём, чем занимала сама вода). Поэтому, если на поверхности образующегося на реке льда случайно образуется углубление, оно скорее всего окажется залитым водой. Замерзая, эта вода «расширится» и растечётся вокруг, восстановив ровную поверхность льда.

Очевидно, определённое значение в формировании ровной поверхности имеют и силы поверхностного натяжения (плоская поверхность имеет минимальную площадь).

3. Рассчитаем, на какое расстояние видно с башни высотой 1 км. Центр Земли, вершина башни и максимально удалённая точка наблюдения образуют прямоугольный треугольник, у которого один из катетов равен радиусу Земли R, а гипотенуза на 1 км длиннее (добавляется высота башни).

Найдём второй катет L по теореме Пифагора:

$$L = \sqrt{(R+1)^2 - R^2} = \sqrt{R^2 + 2R + 1 - R^2} = \sqrt{2R+1} < \sqrt{2R} =$$

$$= \sqrt{2 \cdot 6370} = \sqrt{4 \cdot 3185} < \sqrt{4 \cdot 3600} = 2 \cdot 60 = 120 < 640 \text{ (км)}.$$

Видно, что даже при высоте башни, взятой с запасом почти в 2 раза (чем мы, в частности, учли расположение Москвы над уровнем моря, возможное наличие высотных зданий в Санкт-Петербурге и т. п.) дальность наблюдения оказывается существенно меньше расстояния Москва — Санкт-Петербург.

Дополнение. Через некоторое время после составления задачи авторы текста (или администрация сайта) заметили и исправили свою ошибку.

4. При уменьшении размеров в 100 раз объём каждой детали уменьшается в 100^3 раз. Во столько же раз уменьшается и масса поезда, так как все детали изготовлены из тех же материалов, что и оригинал, а значит имеют ту же самую плотность.

Скорость модели должна быть в 100 раз меньше скорости оригинала — размеры модели железной дороги уменьшены в 100 раз, а макет поезда должен проезжать те же самые участки за то же самое время, что и настоящий поезд на настоящей дороге.

Отношение кинетических энергий настоящего поезда и макета

$$\frac{mv^2/2}{\dfrac{m}{100^3}\left(\dfrac{v}{100}\right)^2/2} = \frac{1}{\dfrac{1}{100^3}\cdot\dfrac{1}{100^2}} = 100^5 = 10^{10}.$$

5. Гладкая поверхность воды — выпуклое сферическое зеркало с радиусом кривизны, равным радиусу Земли ($R \approx 6370$ км).

Расстояние до звёзд в этих условиях можно считать бесконечным. Значит, мнимые изображения звёзд удалены от поверхности зеркала на величину его фокусного расстояния $F = R/2 \approx 3185$ км. Реальные расстояния могут немного отличаться из-за расположения озера на различной высоте над уровнем моря, изменения формы поверхности озера за счёт течений, неравномерной плотности окружающих озеро геологических пород, а также предварительной фокусировки (или, наоборот, рассеяния) света, идущего от звёзд, атмосферой Земли.

Заметим, что задача носит несколько теоретический характер. Обычному человеку непривычны зрительные расстояния несколько тысяч километров[1]. Поэтому такие большие расстояния просто не воспринимаются. С другой стороны, если поверхность воды также формирует изображения каких-либо более близких предметов (деревьев, освещённых лунным светом, стоящих на берегу домов со светящимися окнами, и т. п.), то изображения звёзд психологически «привязываются» наблюдателем к этим более близким расстояниям[2].

6. Обозначим толщину льда через h. Для оценки будем считать, что весь тепловой поток из земли проходит через слой льда по механизму теплопроводности, а на границе воды и льда температура равна $0\,^\circ\mathrm{C}$ (реальная температура там должна быть немного ниже из-за того, что вода солёная).

Составим уравнение

$$N = \lambda\Delta T/h, \quad \text{откуда} \quad h = \lambda\Delta T/N,$$

где N — тепловой поток, λ — коэффициент теплопроводности льда, $\Delta T = 20\,^\circ\mathrm{C}$ — разность температур на нижней и верхней поверхностях льда.

Подставив численные значения из условия задачи, получим

$$h = \frac{\lambda\Delta T}{N} = \frac{(0{,}9\ \text{Вт}/(\text{м}\cdot{}^\circ\text{C}))\cdot 20\,^\circ\text{C}}{0{,}05\ \text{Вт}/\text{м}^2} = 360\ \text{м}.$$

[1] Если только человек по профессии не космонавт, или хотя бы лётчик. Однако и здесь эффект восприятия скорее психологический и явно превосходит реальные возможности органов зрения человека.

[2] Этому также способствует лёгкая рябь на поверхности воды — в результате изображения звёзд (светящиеся точки) и изображения прочих предметов «дёргаются» рябью синхронно — это и создаёт ощущение, что они расположены на сравнимых расстояниях.

Замечание. В условии задачи использовано значение коэффициента теплопроводности 0,9 Вт/(м · °C), соответствующее реальному ледяному покрову по геологическим данным (теплопроводность чистого льда без дефектов составляет около 2,32 Вт/(м · °C)). Также мы не учли и много других обстоятельств образования льда. Поэтому, вероятно, по результатам нашей оценки можно было бы утверждать, что толщина льда составляла сотни метров, более точное определение толщины было бы уже сомнительным.

Для справки: в современную эпоху толщина многолетнего арктического льда, плавающего на поверхности воды, составляет всего 3–4 метра; в то же время толщина сухопутных арктических ледников составляет 700–1500 метров, а местами превышает 3 км.

7. Давление идеального газа (это приближение мы используем в решении задачи) вычисляется по формуле $p = nkT$, где n — концентрация молекул газа, $k \approx 1{,}38 \cdot 10^{-23}$ Дж/К — постоянная Больцмана, T — температура газа.

В условиях задачи температура газа внутри сосуда не меняется. Следовательно, давление внутри сосуда тем больше, чем больше там концентрация молекул газа (то есть чем больше количество молекул газа внутри сосуда). При этом важно именно их **количество** независимо от того, какие именно это молекулы.

До появления в окружающей атмосфере метана газ внутри сосуда находился в равновесии с окружающей атмосферой. То есть в результате диффузии через пористые стенки выровнялись концентрации молекул, входящих в состав атмосферы, а в результате теплообмена выровнялись температуры. После этого процесс диффузии, конечно, не прекращается — просто в равновесном состоянии в каждый момент времени количество молекул, диффундирующих внутрь сосуда, в среднем равно количеству молекул, диффундирующих из сосуда в окружающую атмосферу.

При появлении во внешней атмосфере метана это равновесие нарушается, и на какое-то время внутри сосуда оказывается больше молекул, чем там находилось ранее, что и приводит к повышению давления. Дело в том, что молекулярная масса молекул метана $M_{\mathrm{CH_4}} = M_{\mathrm{C}} + 4M_{\mathrm{H}} = (12 + 4 \cdot 1)$ г/моль $= 16$ г/моль существенно меньше средней молекулярной массы воздуха, которую условно принято считать равной 29 г/моль (воздух в основном состоит из молекул азота $\mathrm{N_2}$; $M_{\mathrm{N_2}} = 28$ г/моль). И те и другие молекулы должны иметь одинаковую кинетическую энергию хаотического теплового движения (поскольку находятся в равновесной среде с фиксированной температурой). При этом скорости теплового движения у более лёгких молекул будут больше, чем у более тяжёлых.

Интенсивность диффузии (которая в основном определяется скоростью теплового движения) для более лёгких молекул также будет выше. То есть после возрастания концентрации метана во внешней среде оказывается, что молекулы внешней среды (в среднем более лёгкие) получают возможность быстрее продиффундировать внутрь сосуда, чем молекулы изнутри сосуда (в среднем более тяжёлые) — наружу. Это и приводит к временному возрастанию концентрации молекул газа в сосуде и, следовательно, временному возрастанию давления внутри сосуда.

Такой способ выявления наличия метана при подземных работах оказывался достаточно эффективным, так как увеличение концентрации этого газа обычно как раз носит резкий характер и происходит в момент, когда на пути шахты попадается насыщенная метаном порода или полость. Напомним, что метан при подземных работах опасен, так как может привести к отравлению при вдыхании в больших концентрациях, а также ко взрыву, и в то же время не имеет никакого специфического запаха или вкуса[1].

8. Оптимальный путь Винни Пуха по лесу может состоять из прямых отрезков и пути по окружности радиусом 1 км вокруг дуба с пчёлами (на любом другом криволинейном участке можно найти место, которое можно «срезать», получив более оптимальный по времени маршрут).

Переход с прямого участка маршрута на окружность может быть только по касательной к этой окружности (иначе угол между прямой и окружностью опять-таки можно будет «срезать»).

Теперь маршрут примерно понятен. Винни Пух перед дубом сворачивает в лес, идёт по лесу прямо и выходит на окружность радиусом 1 км вокруг дуба, причём прямая, по которой он шёл до этого, является касательной к окружности. Затем Винни Пух проходит часть окружности, затем опять идёт по прямой, касательной к этой окружности, затем опять выходит на дорогу и идёт дальше, в гости к Пятачку.

Введём обозначения: $R = 1$ км (радиус досягаемости пчёл), $v_0 = 1$ км/ч (скорость Винни Пуха по лесу), $v = 5$ км/ч (скорость Винни Пуха по лесной дороге).

Выясним, какой угол составляют участки прямолинейного движения по лесу с дорогой. Это можно сделать так. Выберем какую-нибудь точку в лесу на некотором расстоянии от дороги и поместим туда Винни Пуха, поставив ему прежнюю задачу: выйти на дорогу и добраться до дома Пятачка, потратив на весь путь как можно меньше времени.

Граница области леса, где Винни Пух мог бы оказаться через время t после начала движения, — это окружность радиуса $v_0 t$. С того момента, как эта окружность «коснётся» дороги, будем следить за точкой пересечения этой окружности с дорогой (той из двух точек пересечения, которая ближе к дому Пятачка).

[1] При использовании в бытовых целях для безопасности в метан специально добавляют вещество с резким запахом, который многие люди привыкли воспринимать как «запах газа».

Скорость этой точки в момент «касания» бесконечна, после чего монотонно уменьшается, стремясь к v_0.

Винни Пуху не выгодно выходить из лесу в том месте дороги, где скорость точки пересечения больше v. Действительно, начав движение по дороге со скоростью v, он тут же отстанет от точки пересечения, то есть окажется дальше от дома Пятачка, чем мог бы оказаться, выбрав другое направление движения.

Выходить на дорогу в том месте, где скорость точки пересечения меньше v, также невыгодно: если выйти на дорогу в том месте, где скорость точки пересечения была ровно v, далее, двигаясь по дороге со скоростью v, можно «обогнать» эту точку пересечения и оказаться ближе к цели.

Значит, к дороге нужно двигаться лесом под таким углом, чтобы выйти на дорогу в том месте, где скорость точки пересечения с дорогой равна $v = 5$ км/ч.

Найдём этот оптимальный угол α между оптимальным направлением движения Винни Пуха по лесу и дорогой. Так как v_0 — это проекция вектора $\vec{v}$, направленного вдоль дороги, на направление движение движения Винни Пуха по лесу, то $\cos\alpha = v_0/v$.

Введём обозначения: a — расстояние от места поворота с дороги в лес до дуба; b — длина участка прямолинейного движения по лесу от места поворота в лес до места начала движения по окружности; c — длина дуги окружности, пройденной Винни Пухом.

Из прямоугольного треугольника, образованного местом расположения дуба и концами отрезка прямолинейного движения по лесу, получаем

$$\sin\alpha = R/a; \qquad \operatorname{tg}\alpha = R/b;$$

$$a = R/\sin\alpha; \qquad b = R/\operatorname{tg}\alpha.$$

Также понятно, что $c = 2R\alpha$.

Из-за пчёл Винни Пуху пришлось участок дороги длиной $2a$ (который он мог бы пройти со скоростью v) обходить по лесу, пройдя там расстояние $(2b + c)$ со скоростью v_0. Потеря времени составляет

$$\Delta t = \frac{1}{v_0}(2b + c) - \frac{1}{v}2a = \frac{1}{v_0}\left(2\frac{R}{\operatorname{tg}\alpha} + 2R\alpha\right) - \frac{1}{v}\cdot 2\frac{R}{\sin\alpha} =$$

$$= \frac{2R}{\sin\alpha}\left(\frac{1}{v_0}(\cos\alpha + \alpha\sin\alpha) - \frac{1}{v}\right) =$$

$$= \frac{2R/v_0}{\sin\alpha}\left(\cos\alpha + \alpha\sin\alpha - \frac{v_0}{v}\right) = \frac{2R/v_0}{\sin\alpha}(\cos\alpha + \alpha\sin\alpha - \cos\alpha) =$$

$$= \frac{2R/v_0}{\sin\alpha}\alpha\sin\alpha = \frac{2R}{v_0}\alpha = \frac{2R}{v_0}\arccos\frac{v_0}{v} =$$

$$= \frac{2\cdot 1\text{ км}}{1\text{ км/ч}}\arccos\frac{1\text{ км/ч}}{5\text{ км/ч}} = 2\text{ ч}\cdot\arccos 0{,}2 \approx 2\cdot 1{,}369\text{ ч} = 2{,}738\text{ ч}.$$

«Правильная» траектория Винни Пуха приведена на рисунке, выполненном с точным соблюдением масштаба.

Заметим, что при приведённых в условии задачи числовых данных оптимальный путь Винни Пуха очень мало отличается от дуги полуокружности (и прилегающих к ней участков дороги). Это хорошо видно на приведённом рисунке, выполненном с соблюдением масштаба. Однако такое решение, несмотря на маленькую погрешность в численном ответе, не может считаться верным.

9. Введём обозначения: m — масса каждой частицы, q — заряд каждой частицы (частицы по условию одинаковые); $k = \dfrac{1}{4\pi\varepsilon_0}$.

В момент времени t частицы находятся на расстоянии $2r$, сила электростатического взаимодействия между ними

$$F = \frac{kq^2}{(2r)^2} = \frac{kq^2}{4r^2};$$

по второму закону Ньютона

$$F = ma = \frac{mr}{t^2},$$

откуда

$$\frac{kq^2}{4r^2} = \frac{mr}{t^2}, \qquad \frac{kq^2}{2r} = \frac{2mr^2}{t^2}.$$

Потенциальная энергия взаимодействия частиц (в момент времени t)

$$E_{\text{п}} = \frac{kq^2}{2r} = \frac{2mr^2}{t^2}.$$

Суммарная кинетическая энергия частиц (в момент времени t)

$$E_{\text{к}} = 2\frac{mv^2}{2} = mv^2 = \frac{mr^2}{t^2}.$$

Полная энергия частиц

$$E = E_{\text{п}} + E_{\text{к}} = \frac{2mr^2}{t^2} + \frac{mr^2}{t^2} = \frac{3mr^2}{t^2}.$$

Из условия задачи ясно, что в момент времени t частицы удаляются друг от друга. Следовательно, ранее они находились на минимальном расстоянии с нулевыми скоростями, а до этого — сближались.

Полная энергия системы сохраняется. В момент нахождения частиц на минимальном расстоянии $L_{\min}$ друг от друга их скорости и кинетическая энергия были нулевыми. Следовательно, потенциальная энергия их взаимодействия в этот момент была равна E:

$$\frac{kq^2}{L_{\min}} = E = \frac{3mr^2}{t^2}$$

$$\frac{kq^2}{2r} = \frac{3mr}{2t^2}L_{\min}$$

$$\frac{2mr^2}{t^2} = \frac{3mr}{2t^2}L_{\min}$$

$$2r = \frac{3}{2}L_{\min}$$

$$L_{\min} = \frac{4}{3}r$$

Критерии проверки и награждения

Было предложено 9 заданий. По результатам проверки каждого задания ставилась одна из следующих оценок:

«+!», «+», «+.», «±», «+/2», «∓», «−.», «−», «0».

«Расшифровка» этих оценок точно такая же, как и на конкурсе по математике (см. стр. 229).

При подведении формальных итогов используется простой алгоритм, ориентирующийся в основном на количество решённых заданий (тонкая разница между различными оценками не учитывается). А именно, вычисляется 6 чисел.

A_1 = количество оценок не хуже ± за задачи младших классов
A_2 = количество оценок не хуже ± за задачи своего класса
A_3 = количество оценок не хуже ± за задачи старших классов

B_1 = количество оценок не хуже +/2 за задачи младших классов
B_2 = количество оценок не хуже +/2 за задачи своего класса
B_3 = количество оценок не хуже +/2 за задачи старших классов

Затем подводятся формальные итоги следующим образом.

Оценка «**v**» (грамота за успешное выступление в конкурсе по физике) ставилась в следующих случаях:
1. класс не старше 6 и $B_1 + B_2 + B_3 \geqslant 1$;
2. класс не старше 8 и $A_2 + A_3 \geqslant 1$;
3. $A_2 + A_3 \geqslant 2$ в любом классе.

Оценка «**e**» (балл многоборья) ставилась школьникам, не получившим грамоту, в следующих случаях:
1. класс не старше 6 и $A_1 + B_2 + B_3 \geqslant 1$;
2. класс не старше 8 и $A_1 + B_2 + B_3 \geqslant 2$;
3. $A_2 + A_3 \geqslant 1$ в любом классе;
4. $A_1 + B_2 + B_3 \geqslant 4$ в любом классе.

КОНКУРС ПО ХИМИИ

Задания

Участникам 8 классов (и младше) предлагается решить 1–2 задачи участникам 9–11 классов — 2–3 задачи. После номера каждой задачи в скобках указано, каким классам она рекомендуется. Решать задачи не своего класса разрешается, но решение задач для более младшего класса, чем Ваш, будет оцениваться меньшим количеством баллов.

1. (8–9) Колбу заполнили газообразным хлороводородом при нормальных условиях и затем соединили трубкой с большой банкой с водой.

Благодаря высокой растворимости хлороводорода, вода полностью заполнила колбу. Определите массовую долю соляной кислоты в полученном растворе, учитывая, что весь хлороводород остался в колбе.

2. (8–9) В вашем распоряжении имеется вода, воздух, сера и кальций. Используя эти вещества и продукты их превращений, а также любое лабораторное

оборудование, получите максимальное количество новых веществ. Напишите уравнения реакций.

3. (8–10) Хозяева забыли на даче банки с дистиллированной водой, некрепким сладким чаем и огуречным рассолом и бутылку жидкости для очистки автомобильных стёкол. Концентрации сахара в чае и поваренной соли в рассоле в граммах на 1 литр примерно одинаковы. Наступила зима. В каком порядке будут замерзать жидкости? Ответ обоснуйте.

4. (8–10) Чтобы очистить металлическую ртуть от часто присутствующих в ней примесей цинка, олова и свинца, её взбалтывают с насыщенным раствором сульфата ртути. Объясните этот способ очистки. Напишите уравнения соответствующих реакций. Можно ли очистить этим методом металлическое серебро от примесей тех же металлов?

5. (9–10) Известно, что концентрированная серная кислота энергично поглощает пары воды, поэтому она часто используется для осушки газов. Какие из перечисленных ниже газов можно, а какие нельзя сушить с помощью серной кислоты: сероводород, оксид серы(IV), этан, этилен, оксид углерода(IV), оксид углерода(II), аммиак, аргон? Ответ обоснуйте, напишите соответствующие уравнения реакций. Предложите другие осушители для газов, которые нельзя сушить концентрированной серной кислотой.

6. (9–10) При растворении оксида металла в растворе серной кислоты с массовой долей 20% получен раствор соли металла с массовой долей 22,64%. Определите металл, если известно, что и оксид металла, и серная кислота прореагировали полностью и образовалась средняя соль.

7. (10–11) Газ, полученный при сжигании 0,001 моль предельного углеводорода, пропустили в 200 г раствора гидроксида кальция с массовой долей 0,148%. При этом получен осадок массой 0,2 г. Какой углеводород сожгли?

8. (10–11) При электролизе расплава 3,4 г некоторой соли на аноде выделяется газ массой 1,84 г. При 100 °C и нормальном атмосферном давлении объём газа составляет 1,093 л, а при снижении температуры до 40 °C без изменения давления объём уменьшается в 1,8 раза. Газ полностью поглощается раствором щёлочи, образуя две соли. При нагревании полученной смеси солей (после выделения из раствора) остаётся только одна соль, расплав которой и был подвергнут электролизу. Определите, о каких веществах идёт речь. Объясните необычные свойства полученного газа. Напишите уравнения упомянутых реакций.

9. (10–11) При сгорании газа **А**, имеющего плотность по водороду 14, выделяется большое количество теплоты и образуются два продукта — бесцветная жидкость **Б** без запаха с температурой кипения 101,4 °C и плотностью паров по водороду 10 и газ **В**. При взаимодействии газа **А** с водородом можно получить газ **Г** (плотность по водороду 15), который полностью поглощается при пропускании в бромную воду.

1. Определите вещества **А**, **Б**, **В** и **Г** и напишите уравнения всех упомянутых реакций.

2. Какой катализатор можно использовать для превращения **А** в **Г**?

Решения задач конкурса по химии

1. Предположим, объём колбы равен V литров. Тогда количество вещества HCl в колбе составляет $(V/22{,}4)$ моль, а масса этого вещества $m(\mathrm{HCl}) = V \times \times M_r(\mathrm{HCl})/22{,}4 = V \cdot 36{,}5/22{,}4$ г.

Масса воды, находящейся в колбе объёмом V литров, составит $m(\mathrm{H_2O}) = = V$ л $\cdot\, \rho(\mathrm{H_2O}) = V$ л $\cdot$ 1000 г/л $= 1000\,V$ г.

Массовую долю HCl в растворе можно посчитать как отношение этих масс

$$\omega(\mathrm{HCl}) = \frac{m(\mathrm{HCl})}{m(\mathrm{H_2O})} = \frac{36{,}5/22{,}4}{1000} \approx 0{,}00162 = 0{,}162\%$$

Отметим, что плотность водного раствора HCl концентрации 0,162% при температуре 15 °C действительно составляет 1000 г/л (с соответствующей точностью), а учитывать массу HCl в знаменателе бесполезно — на ответ (в пределах разумно выбранной точности ответа: 3 значащие цифры) это никак не повлияет.

2. Воздух представляет собой смесь газов, основными компонентами которой являются кислород и азот, именно их и можно использовать в реакциях получения новых веществ. Азот и кислород в чистом виде выделяют ректификацией сжиженного воздуха. Поскольку азот кипит при −195,8 °C, а кислород — при −183 °C, из жидкого воздуха вначале отгоняется азот, а затем кислород (разумеется, для многих реакций это разделение совершенно не нужно).

Таким образом, в нашем распоряжении имеется вода, кальций, сера, азот и кислород. С этими реагентами можно провести множество реакций, приведём лишь некоторые из них (новые вещества подчёркнуты).

$$\mathrm{Ca + S = \underline{CaS}}$$
$$\mathrm{2Ca + O_2 = 2\underline{CaO}}$$
$$\mathrm{Ca + 2H_2O = \underline{Ca(OH)_2} + \underline{H_2}}$$
$$\mathrm{Ca + H_2 = \underline{CaH_2}}$$
$$\mathrm{3Ca + N_2 = \underline{Ca_3N_2}}$$
$$\mathrm{S + O_2 = \underline{SO_2}}$$
$$\mathrm{SO_2 + CaO = \underline{CaSO_3}}$$
$$\mathrm{Ca_3N_2 + 6H_2O = 3\underline{Ca(OH)_2} + 2\underline{NH_3}}$$

3. Рассмотрим сначала три жидкости на основе воды — воду, чай и рассол. Температура замерзания чистой воды всем известна: 0 °C. Наличие в воде растворённого вещества снижает температуру кристаллизации (замерзания) растворителя. Величина понижения температуры кристаллизации пропорциональна числу молей растворённого вещества в единице массы раствора и не зависит от природы самого растворённого вещества. Эта зависимость весьма точная — на ней основан один из методов определения молекулярной массы растворённого вещества по данным о температуре замерзания раствора, который называется

криоскопическим методом[1]. Здесь речь идёт о достаточно разбавленных растворах, где основным компонентом является растворитель (в данном случае вода), и кристаллизуется именно растворитель, без образования отдельной кристаллической фазы растворённого вещества[2].

В случае чая мы рассматриваем концентрацию сахара, а в случае рассола — поваренной соли. По условию масса обоих веществ в единице объёма раствора одинакова. Так как количество вещества (число молей) равно частному от деления массы на молярную массу, то очевидно, что оно окажется больше в том случае, где молярная масса меньше. Сахароза имеет формулу $C_{12}H_{22}O_{11}$, а поваренная соль — NaCl. Легко заметить, что молярная масса сахарозы больше, а значит количество вещества больше в случае поваренной соли. Кроме того, вспомним, что соль диссоциирует в растворе на ионы, и, таким образом, число частиц, реально находящихся в растворе, дополнительно повышается в два раза.

Таким образом, чай с сахаром замёрзнет при немного более низкой температуре, чем вода, а рассол — при значительно более низкой[3]. В отличие от воды, такие растворы замерзают не при одной определённой температуре, а в некотором температурном интервале. Действительно, когда достигается точка замерзания раствора данной концентрации, из него начинают выделяться кристаллы не раствора, а чистого растворителя, в данном случае, практически не солёного льда. В результате этого концентрация соли в жидком растворе повышается, и температура появления новых порций кристаллов становится ещё ниже. В конце концов в банке окажется лёд, содержащий совсем мало соли, и небольшая порция очень концентрированного жидкого раствора, в котором осталась основная масса соли. Эта часть закристаллизуется только при сильных морозах.

Теперь рассмотрим четвёртый раствор — жидкость для очистки автомобильных стёкол. Из назначения такой жидкости понятно, что температура её замерзания должна быть достаточно низкой (ведь автомобили эксплуатируются и в очень сильные морозы, и основным назначением жидкости в этом случае как раз является «смывание» наледи со стёкол). Основой таких жидкостей являют-

---

[1] Для водных растворов температура кристаллизации воды

$$T_{\text{крист}} = 0\,^\circ\text{C} - c \cdot 0{,}52\ \frac{^\circ\text{C}}{\text{моль/кг}},$$

где c — концентрация растворённого вещества (моль/кг). В общем виде такое соотношение носит название второго закона Рауля.

То, что температура кристаллизации не зависит от растворённого вещества (а зависит только от концентрации раствора), может показаться неожиданным. Объясняется это очевидным условием кристаллизации: равновесные давления насыщенных паров растворителя над раствором и над кристаллами растворителя при температуре кристаллизации должны быть равны (иначе система, в которой присутствует и раствор, и кристаллы растворителя, не будет устойчивой). Наличие примесей в растворителе как раз и влияет на давление насыщенных паров. При этом в процессе кристаллизации всё равно образуются кристаллы чистого растворителя, а растворённое вещество остаётся в растворе, никак в процессе кристаллизации не участвуя (поэтому температура кристаллизации не зависит от того, какое именно вещество растворено).

[2] Так, очень густой сахарный сироп, где это условие не выполняется, может закристаллизоваться и при комнатной температуре.

[3] Вспомним, что морская вода замерзает при температуре примерно $-4\,^\circ$C, но концентрация соли в море меньше, чем в рассоле.

ся органические вещества, чаще всего спирты, например, изопропиловый спирт (температура замерзания чистого изопропилового спирта составляет $-89{,}5\,^{\circ}\mathrm{C}$).

4. Металлическая ртуть — это жидкость. При взбалтывании с насыщенным раствором на короткое время образуется суспензия, в которой очень велика площадь взаимодействия металлической ртути с раствором, поэтому возможна реакция практически всех присутствующих в ней примесей с солью ртути. Поскольку ртуть стоит правее цинка, олова и свинца в электрохимическом ряду напряжения металлов, ион Hg^{2+} будет окислять металлы:

$$HgSO_4 + Zn \rightarrow ZnSO_4\downarrow + Hg$$
$$HgSO_4 + Sn \rightarrow SnSO_4\downarrow + Hg$$
$$HgSO_4 + Pb \rightarrow PbSO_4\downarrow + Hg$$

При этом выделяется металлическая ртуть.

Очистить серебро тем же способом нельзя по разным причинам. Прежде всего, металлическое серебро — это твёрдое вещество, и примеси, которые не выходят на поверхность, не могут взаимодействовать с реактивом. Во-вторых, сульфат серебра, который можно было бы использовать для очистки, малорастворим в воде.

5. Осушить газ — означает удалить из него следы паров воды. Концентрированная серная кислота энергично поглощает воду, поэтому её и используют как осушитель. Однако если кислота взаимодействует с самим газом, то пропускание через неё газа приведёт к его потере. То есть концентрированной серной кислотой можно сушить только те газы, которые с ней не взаимодействуют. Из приведённого в задании списка это SO_2, этан, CO, CO_2 и аргон.

Сероводород нельзя сушить, так как серная кислота его окисляет

$$H_2S + H_2SO_4 \rightarrow S\downarrow + SO_2\uparrow + 2H_2O \qquad \text{или}$$
$$H_2S + 3H_2SO_4 \rightarrow 4SO_2\uparrow + 4H_2O$$

Для этого газа можно использовать в качестве осушителя $CaCl_2$.

Этилен взаимодействует с серной кислотой с образованием этилсерной кислоты

$$H_2C{=}CH_2 + HO{-}SO_2{-}OH \rightarrow H_3C{-}CH_2{-}O{-}SO_2{-}OH$$

В присутствии следов воды этилсерная кислота гидролизуется с образованием этилового спирта и серной кислоты

$$H_3C{-}CH_2{-}O{-}SO_2{-}OH + H_2O \rightarrow H_3C{-}CH_2{-}OH + H_2SO_4$$

Суммарную реакцию можно записать так:

$$CH_2{=}CH_2 + H2O \xrightarrow{H_2SO_4} CH_3{-}CH_2OH$$

Этилен можно сушить оксидом фосфора P_2O_5.

Аммиак взаимодействует с серной кислотой с образованием солей аммония

$$NH_3 + H_2SO_4 \to NH_4HSO_4$$
$$NH_3 + NH_4HSO_4 \to (NH_4)_2SO_4$$

В присутствии избытка серной кислоты будет получаться кислая соль.

Для осушки аммиака можно использовать щёлочи (NaOH, KOH), оксиды (CaO, BaO), $Mg(ClO_4)_2$.

6. Пусть серной кислоты в растворе было a моль, тогда масса растворённой серной кислоты $98a$ г, а масса всего раствора $98a/0{,}2 = 490a$ г.

Пусть молярная масса металла M составляет x г/моль.

Рассмотрим металл в степени окисления $+1$.

$$M_2O + H_2SO_4 \to M_2SO_4 + H_2O$$

Металла прореагировало $2a$ моль, масса оксида $(2x+16)a$ г, а масса соли $(2x+96)a$ г. Массовая доля соли составляет

$$\frac{(2x+96)a}{490a+(2x+16)a} = \frac{2x+96}{2x+506} = 0{,}2264$$

Из этого уравнения находим $x = 12$. Металлов с молярной массой 12 г/моль нет.

Предположим теперь, что степень окисления металла $+2$.

$$MO + H_2SO_4 \to MSO_4 + H_2O$$

Металла прореагировало a моль, масса оксида $(x+16)a$ г, а масса соли $(x+96)a$ г. Массовая доля соли составляет

$$\frac{(x+96)a}{490a+(x+16)a} = \frac{x+96}{x+506} = 0{,}2264$$

Из этого уравнения находим $x = 24$. Металл с молярной массой 24 г/моль — магний.

Проверим степень окисления металла $+3$.

$$M_2O_3 + 3H_2SO_4 \to M_2(SO_4)_3 + 3H_2O$$

Металла прореагировало $(2/3)a$ моль, масса оксида $((2/3)x+16)a$ г, а масса соли $((2/3)x+96)a$ г. Массовая доля соли составляет

$$\frac{((2/3)x+96)a}{490a+((2/3)x+16)a} = \frac{(2/3)x+96}{(2/3)x+506} = \frac{2x+288}{2x+1518} = 0{,}2264.$$

Из этого уравнения находим $x = 36$. Металлов с молярной массой 36 г/моль также нет.

Таким образом, металл — магний.

Примечание. Сообразительные школьники в ответ на указание «металлов с молярной массой 12 г/моль и 36 г/моль нет» могли бы формально найти в таблице Менделеева и привести в качестве примера радиоактивные изотопы бериллия ^{12}Be и калия ^{36}K (или смеси более лёгких и более тяжёлых изотопов этих элементов с «нужной» молярной массой). В данном случае бериллий и калий также не подходят, так как для них не характерны степени окисления +1 и +3 соответственно. Кроме того, так как в условии задачи нет явного или неявного упоминания изотопов[1], все значения молярных масс элементов мы считаем стандартными.

7. При сгорании углеводородов образуется диоксид углерода и вода. При пропускании диоксида углерода в раствор гидроксида кальция происходит образование нерастворимого карбоната кальция по уравнению

$$CO_2 + Ca(OH)_2 = CaCO_3\downarrow + H_2O \qquad (1)$$

Такая реакция идёт, пока в растворе имеется гидроксид кальция. Однако в какой-то момент он полностью израсходуется, и тогда весь кальций окажется в составе карбоната. В этот момент масса осадка максимальна.

При дальнейшем пропускании в раствор диоксида углерода карбонат кальция превращается в кислую соль — гидрокарбонат, который растворим в воде, вследствие чего осадок постепенно растворяется (его масса уменьшается). Взаимодействие идёт по уравнению

$$CaCO_3\downarrow + CO_2 + H_2O = Ca(HCO_3)_2 \qquad (2)$$

Теперь рассчитаем количество вещества $Ca(OH)_2$ в растворе. В 100 г раствора содержится 0,148 г гидроксида, а в 200 г раствора — 0,296 г, что составляет 0,004 моль. Масса карбоната кальция, равная 0,2 г, соответствует 0,002 моль, что меньше максимального количества вещества, которое могло бы получиться из $Ca(OH)_2$.

Это может означать, что

(а) $Ca(OH)_2$ находится в избытке по отношению к CO_2 и ещё не израсходовался полностью, либо

(б) $Ca(OH)_2$ израсходовался полностью, перейдя в $CaCO_3$, но после этого при дальнейшем пропускании CO_2 часть осадка успела раствориться.

Рассмотрим оба случая.

(а) По уравнению (1), 1 моль CO_2 даёт 1 моль $CaCO_3$, значит было пропущено 0,002 моль CO_2. Так как при сгорании 1 моля углеводорода C_nH_{2n+2} образуется n моль CO_2, а в нашем случае при сжигании 0,001 моль алкана получено 0,002 моль CO_2, то очевидно, что $n = 2$ и неизвестный углеводород — этан C_2H_6.

(б) По уравнению (1) реакция прошла до полного расходования $Ca(OH)_2$. Так как его было 0,004 моль, то получилось 0,004 моль $CaCO_3$ и затрачено 0,004 моль CO_2. По уравнению (2) в реакцию вступило 0,002 моль $CaCO_3$ (так как мы знаем, что его было 0,004 моль, а осталось — 0,002 моль),

[1] См. например задачу № 9.

а на это нужно ещё 0,002 моль CO_2. Общее количество CO_2 составляет $0{,}002 + 0{,}004 = 0{,}006$ моль. В этом случае $n = 6$, а углеводород — гексан C_6H_{14}.

Таким образом, в этой задаче два ответа, и полное решение должно включать оба. К сожалению, очень немногие участники Турнира нашли второй ответ.

8. Рассчитаем молярную массу μ неизвестного газа по уравнению Менделеева—Клапейрона $PV = (m/\mu)RT$ для двух состояний:

$$\text{при } 100\,^\circ\text{C } (T = 373\text{ K}): \quad \mu_1 = \frac{mRT_1}{PV_1} = \frac{mR}{P} \cdot \frac{373\text{ K}}{V_1}$$

$$\text{при } \ 40\,^\circ\text{C } (T = 313\text{ K}): \quad \mu_2 = \frac{mRT_2}{PV_2} = \frac{mR}{P} \cdot \frac{313\text{ K}}{V_1/1{,}8} \approx 1{,}51\mu_1$$

То есть при разных температурах молярная масса газа оказывается неодинаковой. Значит, при охлаждении состав молекулы газа изменяется.

Из условия задачи напрашивается предположение, что газ — это NO_2, который существует в равновесии с димером N_2O_4, причём при охлаждении равновесие смещается в сторону N_2O_4.

Тогда исходная соль представляет собой нитрит. Количество выделившегося NO_2 составляет $1{,}84/46 = 0{,}04$ моль. На катоде при этом выделилось $3{,}4 - 1{,}84 = 1{,}56$ г металла, а молярная масса металла составляет $1{,}56/0{,}04 = 39$ г/моль, что соответствует калию.

Таким образом, исходное вещество — нитрит калия KNO_2.

Электролиз расплава: $KNO_2 \rightarrow K + NO_2$.

Другие упомянутые реакции:

$$2NO_2 + 2KOH \rightarrow KNO_2 + KNO_3 + H_2O$$

$$2KNO_3 \xrightarrow{\text{нагревание}} KNO_2 + O_2$$

9. Молекулярная масса газа **А** 28 г/моль, жидкости **Б** — 20 г/моль, газа **Г** — 30 г/моль. Температура кипения жидкости **Б** близка к температуре кипения воды, а молекулярная масса 20, а не 18, значит это тяжёлая вода D_2O.

Если при сгорании выделяется вода и газ, то можно предположить, что сжигали углеводород, и газ **В** — это CO_2. Если это углеводород, и молекулярная масса 28, то он содержит два атома углерода. Остальные атомы — это дейтерий, значит газ **А** — это C_2D_2. Он реагирует аналогично ацетилену, взаимодействие с водородом происходит в присутствии металлического катализатора со сниженной активностью $Pt/BaSO_4$ и Pt/PbO, реакция протекает с образованием цис-изомера CHD=CHD.

$$2C_2D_2 + 5O_2 \rightarrow 4CO_2 + 2D_2O$$

$$C_2D_2 + H_2 \rightarrow C_2D_2H_2$$

Критерии оценок и награждения

Каждая задача оценивалась в баллах по следующим критериям (в зависимости от полноты решения и класса, в котором учится школьник).

1. (рекомендована 8–9 классам).

Полное решение — 8 баллов ($\leqslant$9 класс) или 4 балла (10–11 класс).

2. (рекомендована 8–9 классам).

1 балл за вещество — $\leqslant$9 класс;

0,5 балла за вещество — 10–11 класс.

Так как условия простые и баллов много, реакции оценивались строго. Реакции с ошибками не оцениваются, ошибочная реакция далее не учитывается как источник полученных в ней веществ для последующих превращений.

Типичные случаи:

CO_2 из воздуха «просто так» брать нельзя (CO_2 в качестве исходного реагента учитывался, только если указан способ получения из воздуха);

получение SO_3 — только если указаны условия (катализатор);

реакция $N_2 + O_2 \rightarrow 2NO$ также учитывалась только с указанием условий.

Разделение веществ не требовалось, а если оно всё же было указано, то добавлялось по 0,5 балла за выделение каждого вещества.

3. (рекомендована 8–10 классам).

Правильное перечисление порядка замерзания без объяснения:

3 балла ($\leqslant$10 класс); 2 балла (11 класс) (если не вполне правильное — то меньше; например, если нет дифференциации между солью и сахаром, то 2 балла, а 11 классу — 1 балл).

Дополнительно за объяснение (всем классам):

Жидкость для стёкол, состав — 1 балл;

понижение температуры замерзания для растворов по сравнению с водой, давление насыщенных паров воды — 2 балла;

различие между сахаром и солью по числу молекул (ионов) — 3 балла.

Максимально можно получить 9 баллов ($\leqslant$10 класс) или 8 баллов (11 класс).

4. (рекомендована 8–10 классам).

Класс $\leqslant$10:

объяснение про ртуть + реакции — 4 балла;

объяснение про серебро (твёрдое, примеси внутри) — 3 балла.

Всего 7 баллов (для 11 класса 3 и 2 балла соответственно, всего 5).

5. (рекомендована 9–10 классам).

Реакции:

$H_2S + H_2SO_4$ — 2 балла (11 класс — 1,5 балла);

$C_2H_4 + H_2SO_4$ — 2 балла (11 класс — 1,5 балла);

$NH_3 + H_2SO_4$ — сульфат 1 балл, гидросульфат 2 балла (11 класс — 0,5 и 1 балл соответственно).

Другие осушители — 1 балл за пару осушитель + газ (газы только те, которые не сушат серной кислотой, то есть сероводород, этилен и аммиак). Для тех, которые сушат серной кислотой, других осушителей не надо (не оцениваются).

6. (рекомендована 9–10 классам).

За полное правильное решение с ответом и проверкой других степеней окисления тем или иным способом — 10 баллов ($\leqslant$10 класс) или 8 баллов (11 класс).

7. (рекомендована 10–11 классам).
Первое решение (этан) — 4 балла.
Второе решение (избыток CO_2, гексан) — 6 баллов.

Всего 10 баллов.

8. (рекомендована 10–11 классам).

Решение с реакциями — 5 баллов, в том числе по 1 баллу за каждую из 3 реакций

$$KNO_2 \xrightarrow{\text{электролиз}} K + NO_2$$

$$2NO_2 + 2KOH \rightarrow KNO_2 + KNO_3 + H_2O$$

$$2KNO_3 \xrightarrow{\text{нагревание}} KNO_2 + O_2$$

и 2 балла за расчёт (подтверждение).

Объяснение необычных свойств газа на основе димеризации, которая усугубляется при охлаждении — 4 балла (из них 1 балл за подтверждение объяснения расчётом).

9. (рекомендована 10–11 классам).
А — C_2D_2 — 4 балла;
Б — D_2O — 1 балл;
В — CO_2 — 1 балл;
Г — HDC=CDH — 2 балла, если указано, что это цис-изомер или хотя бы, что бывает 2 изомера, иначе 1 балл.

Реакции отдельно не оцениваются, так как если названы вещества, то реакции оказываются практически очевидными.

Катализатор (без пояснений) — 0,5 балла.

Катализаторы $Pt/BaSO_4$, Pt/PbO или просто инактивированный катализатор — 1 балл.

Всего 9 баллов.

При награждении учитывалась сумма баллов по всем заданиям и класс, в котором учится школьник. Итоговые оценки «v» (грамота за успешное выступление на конкурсе по химии) и «e» (балл многоборья) ставились в соответствии со следующими критериями:

класс	сумма баллов для «e»	сумма баллов для «v»
$\leqslant 6$	$\geqslant 1$	$\geqslant 4$
7	$\geqslant 3$	$\geqslant 5$
8	$\geqslant 3{,}5$	$\geqslant 5$
9	$\geqslant 6$	$\geqslant 10$
10	$\geqslant 6$	$\geqslant 10$
11	$\geqslant 6$	$\geqslant 12$

Фактически по приведённым критериям для получения оценки «e» достаточно было решить любое одно задание в 9, 10 и 11 классе, а для получения грамоты — 2 любых задания (своего или старшего класса) в 9, 10 и 11 классе, или одно любое задание в 8 классе и более младших.

КОНКУРС ПО БИОЛОГИИ

Задания

Задания адресованы школьникам всех классов, все выполнять не обязательно — можно выбрать те из них, которые вам по вкусу и по силам.

1. Все знают, что свиньи и многие другие животные любят валяться в грязи. А собаки — иногда даже в гниющих остатках других животных. Объясните, зачем они это делают; приведите примеры других таких животных.

2. Зачем нужен хобот слону? Какие ещё организмы имеют хобот (или хоботок), и как они его используют?

3. Кроме домашних животных, в наших квартирах обитает ещё множество нежелательных «соседей», жизнь которых тесно связана с человеком. Приведите примеры таких животных и объясните, что связывает их с нами.

4. Как вы думаете, почему зимующие на юге птицы не размножаются в местах своих зимовок?

5. Как правило, живые существа симметричны. Каких вы знаете асимметричных животных, и чем это может объясняться?

6. Как известно, жизнь зародилась в море, а потом распространилась в пресные водоёмы и на сушу. Во времена зарождения жизни солёность морей была невысокой. Эта солёность примерно равна солёности внутренней среды человека и большинства других организмов. С тех пор прошли миллионы лет, облик Земли менялся, в результате геологических процессов образовались современные моря с высокой солёностью (в 3–4 раза выше, чем в древних) и пресные водоёмы. Организмы в них должны были приспособиться к новым условиям. Какие приспособления могли помочь организмам выжить в сильно солёной или пресной воде?

7. Американская компания (Genetic Savings and Clone) была создана специально для клонирования домашних любимцев, но, сделав несколько клонированных котят, объявила о прекращении своей деятельности, так как заказчики были недовольны результатами клонирования. Предположите, почему хозяев не устроили клонированные животные?

8. Известно, что всеядность — одно из качеств человека, которое позволило ему уйти в своём эволюционном развитии дальше, чем другим животным. Попробуйте привести примеры ещё каких-нибудь организмов, которые также могут похвастаться этой способностью, и попытайтесь найти у них и другие особенности, характерные и для человека.

Ответы на вопросы конкурса по биологии

1. *Все знают, что свиньи и многие другие животные любят валяться в грязи. А собаки — иногда даже в гниющих остатках других животных. Объясните, зачем они это делают; приведите примеры других таких животных.*

Всем известно, что свиньи любят валяться в грязи. На самом деле они делают это не просто ради удовольствия. Можно заметить, что в грязь этих животных тянет преимущественно в жаркие солнечные дни. А если кому-то приходилось в такие же дни по какой-либо причине оказаться в грязевой луже, то он мог обратить внимание на то обстоятельство, что грязь на дне такой лужи, даже не очень глубокой, совсем не казалась горячей, а, скорее, наоборот, приятно холодила голые участки тела. Да, все сразу решат, что свиньи лезут в грязь, чтобы охладиться, но почему же другие животные не делают так же? Им что, не жарко?

Это связано с тем, что кожа свиней совсем не имеет потовых желёз, к тому же толстый слой подкожного жира мешает им эффективно избавляться от тепла, которое выделяется внутри организма в результате пищеварения и других внутренних процессов. Погружаясь в грязную лужу, животные охлаждают своё тело, в то время как другие млекопитающие просто потеют. А грязные лужи свиньи выбирают потому, что грязь, в отличие от чистой воды, обладает большей теплоёмкостью, что позволяет ей меньше нагреваться жаркий в день и лучше охлаждать.

К животным, принимающим грязевые ванны с такой целью, кроме свиней относятся и другие копытные с такими же особенностями строения кожных покровов: кабаны, бегемоты, носороги, а также слоны, которые при помощи своего хобота ещё и обливаются грязью.

Ещё одной полезной особенностью грязевой ванны является то, что в ней тонут (задыхаются) или просто смываются многие накожные и внутрикожные паразиты: вши, блохи, клещи и другие, так как грязь обладает большей вязкостью, чем вода. Высыхая на солнце, грязь образует на теле животного прочную и довольно толстую корку, которая препятствует нападению новых паразитов, в том числе летающих кровососов. Также грязь обладает бактерицидным действием, препятствуя развитию на коже животных патогенных грибов и бактерий.

Птицы, например воробьи, и некоторые другие животные любят валяться в пыли. Эффект от этого приблизительно такой же, как и от грязи. Кусочки пыли сбивают накожных паразитов.

В грязи могут содержаться в малых количествах ценные для организма химические элементы и их соединения, которые, адсорбируясь на коже и всасываясь в тело, способствуют улучшению физиологического состояния животного.

Собаки любят валяться в остатках мёртвых животных. Это в них начинают говорить их природные инстинкты. Собаки до своего приручения человеком были хищниками, а при охоте необходимо было незаметно подобраться к добыче. Валяясь в мертвечине, животное маскировало свой запах запахом мертвого. Так до сих пор поступают волки и другие хищные млекопитающие. Кроме этого, специфический запах разлагающегося животного, приобретённый одной особью из стаи, мог обеспечивать ей определенное социальное положение в своей стае или способствовать привлечению полового партнёра.

Также засчитывались как отчасти правильные ответы, где указывалось, что, валяясь в мёртвых остатках, животные избавлялись от своих паразитов.

2. *Зачем нужен хобот слону? Какие ещё организмы имеют хобот (или хоботок), и как они его используют?*

Хобот слона — это сросшийся с верхней губой и сильно вытянувшийся нос. Он несильно улучшает обоняние этих животных, но благодаря его подвижности и длине, а также наличию на его конце множества чувствительных нервных окончаний является главным органом осязания слона. Из-за малоподвижности и неуклюжести конечностей слону трудно использовать для ощупывания другие части тела.

Конечно, хоботом слон дышит, но, наверное, нельзя считать хобот приспособленным специально для дыхания. Некоторые школьники писали, что слоны могут дышать, находясь под водой, выставив хобот наружу. Вряд ли слоны действительно часто пользуются таким способом дыхания, но это возможно. Поэтому за такой ответ участникам начислялись баллы.

Кроме этого, животное при помощи хобота набирает воду, чтобы пить, подносит ко рту сорванные листья и другой корм. Хобот тапира выполняет сходные функции.

Ещё при помощи хобота слоны могут убирать различные предметы со своего пути, а также использовать его при играх, в том числе и брачных, и в других формах общения между собой. Таким образом, хобот во многом является функциональным аналогом руки человека. Кроме этого, такая форма носа позволяет этим животным испускать характерные трубные звуки. При помощи своего хобота слоны поливают себя водой, защищаются от хищников, в жаркую и сухую погоду он не даёт пыли попадать в лёгкие и охлаждает, увлажняет горячий вдыхаемый воздух. Древние предки слона (в том числе и мамонты) тоже имели хобот, хоть и не такой длинный и гибкий, но выполнял он примерно те же функции.

«Хобот» муравьеда устроен иначе, чем хобот слона, и представляет собой видоизменённый ротовой аппарат. Он образовался путём вытягивания костей верхней и нижней челюстей. Такой ротовой аппарат позволяет животному без вреда для глаз и с минимальными физическими затратами разрывать муравейники и поедать их обитателей, которые составляют существенную часть рациона этого млекопитающего. Также для добывания пищи из труднодоступных мест и щелей хоботы имеются у выхухоли, ехидны и некоторых других животных. Многие отвечающие писали, что клюв колибри также является хоботом. Такой ответ засчитывался как отчасти правильный: хотя клюв и нельзя называть в полной мере хоботом, но у этих птиц он несёт схожую функцию — является трубкой для высасывания нектара из цветов.

У некоторых животных (например, землеройки, кроты) за счёт удлинения носовой части лица значительно усиливается обоняние, так как это их основной способ ориентироваться в окружающем мире.

Некоторым хищным организмам хобот нужен для поражения своей добычи. Такой хобот есть у немертин, приапулид и других хищных червей. Эти животные, выбрасывая его резким движением, хватают и поедают свою добычу.

Также имеют хобот некоторые паразитические черви. Одним он просто помогает лучше закрепляться на теле хозяина (бычий цепень и другие лентецы), а у других усиливает всасывательный эффект (например, пиявки).

Обладателями хоботков в основном являются насекомые: бабочки, клопы, некоторые перепончатокрылые, тли, некоторые двукрылые и жуки. Хоботки всех этих насекомых имеют разное строение, разное эволюционное происхождение, и зачастую несут различные функции.

Попробуем как-то разобраться в этом разнообразии.

Бабочкам, пчёлам, осам, шмелям и некоторым другим перепончатокрылым хоботок нужен для добывания нектара из нектарников цветков растений, которые порой бывают довольно хорошо спрятаны, что делает их недоступными для других насекомых, не обладающих таким сосущим ротовым аппаратом. Тли своими хоботками прокалывают стенки растительных клеток и высасывают их содержимое.

Один из отрядов насекомых — отряд клопы — имеет ещё и второе название: хоботные, так как все его представители имеют хоботки, но у них они также несколько отличаются друг от друга функционально, а, следовательно, и морфологически. Так, некоторым клопам, например итальянскому клопу, хоботок нужен для питья цветочного нектара, как и бабочкам. Другие клопы, как например клоп краевик, при помощи своего хоботка высасывают сочные семена и плоды растений.

Большинство водных клопов и множество наземных являются хищными, своими хоботками они прокалывают тела жертв, которые также могут являться насекомыми, в менее защищённых местах и выпивают их содержимое.

Также разнообразны по своим функциям хоботки двукрылых. Комары и слепни при помощи своих ротовых аппаратов прокалывают покровы своих жертв и выпивают их кровь. Мошка́ при помощи своего хоботка откусывает целые кусочки ткани от животных, подвергшихся её нападению, чем сильно досаждает человеку и другим млекопитающим в северных районах России.

Хоботок домовой и многих других мух напоминает по своему виду присоску. При помощи него мухи могут потреблять любую жидкую или полужидкую пищу. Целых два семейства жуков имеют хоботки — это долгоносики и слоники, но их хоботки имеют совсем другое строение, нежели ротовой аппарат всех приведённых выше насекомых. Такой «хобот» — головотрубка — представляет собой вытянутую переднюю часть головы, на конце которой находится, как правило, обыкновенный ротовой аппарат грызущего типа. Такое расположение челюстей позволяет, например, выгрызать отверстия в плотных оболочках некоторых семян и плодов растений и откладывать туда яйца, обеспечивая тем самым своих личинок кормом на первых этапах их развития.

Также существует немало рыб, имеющих хоботок. Причём у различных рыб хоботки могут выполнять разные функции. Так, например, у африканских рыб, относящихся к семейству слонорылые, хоботок нужен прежде всего для восприятия электромагнитных волн. Это позволяет рыбе легко ориентироваться в мутных водах (в водоёмах бассейна Конго и Нигера вода очень мутная). Кроме того, хобот помогает слонорылам добывать пищу (беспозвоночных) между камней и в иле. Образован этот хоботок червеобразным выростом нижней губы.

У большинства же «хоботных» рыб хоботок выполняет вспомогательную роль при поиске пищи. К таким рыбам относятся, например, представители подотряда хоботнорыловидные, обитающие в реках Африки и Юго-восточной Азии. Кончик

верхней губы этих рыб несёт довольно короткий, но чрезвычайно подвижный хоботок. Хоботок имеет один или несколько чувствительных бугорков, снабжённых осязательными и обонятельными рецепторами. С помощью него рыбы легко обнаруживают пищу под толстым слоем ила и извлекают её оттуда. Такого же типа хоботок имеют некоторые вьюновые рыбы, например представители рода Botia.

3. *Кроме домашних животных, в наших квартирах обитает ещё множество нежелательных «соседей», жизнь которых тесно связана с человеком. Приведите примеры таких животных и объясните, что связывает их с нами.*

Животных, которых мы можем назвать «нежелательными соседями», в наших жилищах обитает очень много. Логичнее всего разделить их на несколько групп по такому параметру, как основная причина нашего сожительства.

Многие животные имеют схожий с людьми рацион питания и прекрасно себя чувствуют, подъедая остатки нашей пищи. К таким организмам можно отнести муравьёв и мух.

Другую группу организмов составляют животные, пищей которых являются предметы обстановки наших домов и квартир. Их, в свою очередь, также можно разделить на две подгруппы: поедатели вещей животного происхождения и поедатели вещей, сделанных из растений.

К первой группе относится моль — известный вредитель изделий из натуральной шерсти. Эти насекомые из отряда бабочек просто-напросто поедают тканевые волокна. Некоторые виды молей специализируются на таком питании, таким образом, сохранение их популяций зависит только от человека, а точнее — от текстильной промышленности: пока люди используют натуральную шерсть, живы и бабочки. Также сюда относятся кожееды и пухоеды, чьё название говорит само за себя

К поедателям вещей растительной природы можно отнести личинок жуков, питающихся древесиной мебели, поедателей бумаги и книг — мелких организмов из класса паукообразные. Также к этой группе можно отнести паутинных клещей, часто паразитирующих на домашних растениях.

Многие «нежелательные соседи» используют в качестве пищи нас самих, наших животных или продукты нашей жизнедеятельности. К этой группе относятся кровососы домашних животных и человека — вши, постельные клопы, блохи.

Другие паразиты — организмы, питающиеся не кровью, а другими тканями нашего организма — например, паразитические черви.

Клещи домашней пыли едят отмершие и слущенные частички кожи человека. Даже в самой чистой комнате где-нибудь да найдётся комочек пыли, а где есть пыль, там есть и пылевой клещ, который всю свою жизнь проводит в пыли, питаясь ею и размножаясь в ней. А ведь есть ещё и перьевые клещи, которые также проводят всю свою жизнь в пухе и перьях наших подушек. Фекалии этих маленьких и вроде бы невинных сожителей вызывают у нас аллергию «на пыль» и «на перья».

Наконец, многие животные используют наше жилище только как убежище.

Одни проводят здесь значительную часть своей жизни. Осы, муравьи, пауки,

летучие мыши находят подходящие им укромные уголки в наших домах, где строят свои гнёзда. Кроме всем известных фараоновых муравьёв, которые являются нашими невольными сожителями в городских квартирах, строя свои гнёзда в различных щелях и питаясь тем же, чем и их большие соседи, есть и другие виды этого семейства насекомых, которые портят человеку жизнь. Так, чёрный пахучий муравей очень любит устраивать свои гнёзда в кирпичных фундаментах строений, вытачивая ходы своего жилища в цементе, скрепляющем кирпич. Эта любовь к цементу в некоторых районах нашей страны дошла до того, что встретить этот вид муравьёв в дикой природе стало практически невозможно.

Другие организмы используют наше жилище как укрытие только на определённых этапах своей жизни. Так, многие животные, например мухи, ежи, только зимуют в наших постройках, а ласточки, хоть и строят свои гнёзда под крышами чердаков, после вывода птенцов всё равно улетают на зиму.

Некоторые животные соседствуют с человеком сразу по нескольким причинам. Мыши, крысы, тараканы настолько сжились с человеком, что кроме как в жилых домах их больше почти нигде не встретишь.

Важным фактором, связывающим нас с большинством из перечисленных выше животных, является постоянная, довольно высокая по сравнению с окружающей средой, оптимальная для всех соседей температура нашего жилища.

Многие указывали в своих ответах в качестве наших нежелательных соседей различные растения, вредные грибы и бактерии, но на поставленный вопрос эти школьники не отвечали, так как в нем чётко было сказано, что речь должна была идти только о животных.

4. *Как вы думаете, почему зимующие на юге птицы не размножаются в местах своих зимовок?*

На самом деле этот вопрос можно понять по-разному. Можно написать о том, почему птицы не размножаются во время своего зимнего пребывания «на юге», как в быту называют места зимовок птиц. А можно — о том, почему они не остаются в этих местах после зимовки и не размножаются там. Впрочем, причины того и другого примерно одни и те же. Как показала практика, первое прочтение вопроса оказалось более очевидным — именно так поняли его отвечавшие участники.

Действительно, птицы, совершающие регулярные дальние миграции, никогда не гнездятся в тех местах, где проводят зиму. Случаются, конечно, и исключения из правила — известны, например, случаи гнездования белого и чёрного аистов в южной части Африки, однако они очень редки. Вообще в жизни птиц, в особенности дальних мигрантов, весьма жёстко «запрограммирована» правильная последовательность этапов годового цикла. Весной и в начале лета они прилетают на места гнездования, строят гнёзда, кормят или водят птенцов. После размножения большинство птиц линяют, меняя все перья или часть их. Затем накапливают жир, готовясь к осеннему отлёту, и покидают места гнездования до новой весны. Последовательность этих этапов задаётся сложными внутренними ритмами, связанными с изменением содержания в крови различных гормонов — веществ, обеспечивающих регуляцию разнообразных процессов в организме. Железы внутренней секреции, которые выделяют гормоны, в свою

очередь находятся под контролем нервной системы, реагирующей на изменения внешних условий — чаще всего длины светового дня (фотопериодизм) и температуры. Благодаря этому контролю каждый этап годового цикла наступает именно тогда, когда приходит его время: например, когда становится теплее и световой день удлиняется, это сигнализирует птицам о приходе весны, и они приступают к размножению. Наоборот, ближе к осени дни становится короче, температура понижается, и птицы готовятся к отлёту.

Линька, перелёты и (в особенности) размножение требуют от птиц очень больших затрат энергии. Так, в период размножения птице нужно выкормить несколько быстро растущих и поэтому весьма прожорливых птенцов, не говоря уже о том, что много сил уходит на охрану территории от других претендентов, пение, строительство гнёзд, охрану выводка от хищников и т. д. Во время линьки птица меняет не только перья — обновляется значительная часть всего «строительного материала» организма. А во время перелётов ей надо ежедневно преодолевать значительные расстояния. Поэтому все эти процессы должны быть приурочены к благоприятному времени года, чтобы было достаточно корма и можно было все энергетические затраты покрыть. Кроме того, желательно, чтобы энергозатратные процессы не сильно пересекались во времени: одновременно размножаться и линять или линять и мигрировать для птицы очень невыгодно. Впрочем, некоторые виды птиц в северных широтах всё же вынуждены частично совмещать перечисленные процессы из-за короткого лета, но это уже скорее исключение, приспособление к суровым условиям.

На зимовках, как уже говорилось, перелётные птицы не размножаются. Период интенсивной линьки также, как правило, проходит ещё до отлёта, хотя здесь есть и исключения. По каким же причинам готовность к размножению не наступает зимой? Непосредственная причина, как следует из сказанного выше, — это сложившийся тысячелетиями назад годовой цикл. Почему же невыгодно размножаться на зимовках? Причин здесь несколько, и для тех птиц, которые зимуют, например, в южной Европе, они довольно очевидны: ясно, что кормовые условия зимой там хуже, чем в северных широтах летом. При этом «плотность населения» птиц может быть больше: во-первых, в сравнительно небольшой район стекаются мигранты с куда большего пространства, а во-вторых, немало птиц, особенно молодых, погибнет во время обратного перелёта, так что на гнездовья в любом случае вернётся меньше птиц. Поэтому добыть достаточно корма для птенцов в местах зимовки невозможно, тем более что им необходимы корма, богатые витаминами и минеральными веществами, в то время как взрослые птицы на зимовках могут довольствоваться сравнительно небольшим количеством менее богатой пищи. То же можно сказать и о, например, морских птицах: продуктивность северных морей намного выше продуктивности большинства тропических и субтропических вод, и поэтому в них больше рыбы, беспозвоночных и другого корма. На таких морях, как Чёрное и Средиземное, из-за скудости кормовых ресурсов может гнездиться лишь небольшое число птиц, в то время как на северных морях их численность куда больше.

Не так очевидна ситуация с птицами, зимующими, например, в районе экватора, где кормовые ресурсы — прежде всего насекомых и других членистоногих,

но и других кормов тоже — обильны круглый год. Однако, во-первых, там выше и число потребителей — местных птиц и других животных, и мигрантам приходится вступать в конкуренцию и с ними, и друг с другом. А во-вторых, в тропиках с относительно постоянными температурами членистоногих так много, что они формируют собственную экологическую пирамиду с обилием хищников на её «верхних» этажах, которые постоянно держат под неусыпным контролем численность жертв; особенно преуспевают в этом крайне разнообразные и многочисленные хищные муравьи. Для тропиков, особенно для тропических лесов с их богатейшей фауной (и флорой, конечно), крайне редки (и непредсказуемы по времени) ситуации вспышек численности какого бы то ни было кормового ресурса — как только какие-то группы «поднимают голову», т. е. увеличивают численность, так на их потребление переключаются самые разнообразные потребители. Для насекомоядных птиц показано, что сбор членистоногих в кронах тропического леса примерно в 10 раз менее эффективен, и значит — гораздо более трудоёмок для птиц, чем в лесах умеренных широт. Так что большинство насекомоядных птиц в умеренных широтах гнездятся строго в период массового весеннего (или начально-летнего) размножения членистоногих (в первую очередь — насекомых).

В тропиках есть и другие трудности, и прежде всего — очень высокое обилие хищников и, соответственно, очень высокий пресс на гнездящихся птиц, поскольку именно гнёзда наиболее уязвимы. Птенцы находятся в гнёздах не менее 10 дней, часто — значительно дольше, и за это время вероятность быть обнаруженными каким-нибудь хищником гораздо выше в тропическом поясе, чем в умеренных широтах. Поэтому, если птица «хочет» загнездиться в таких условиях, она должна делать это в совершенно непривычной для неё с точки зрения безопасности обстановке. Надо очень хорошо прятать гнездо, и скорее всего — не в таких местах, как в умеренных широтах, не говоря уже о том, что тех укромных уголков, в которых птицы располагают гнёзда «у нас», в тропиках может просто не существовать. Надо вести себя около гнезда предельно скрытно, надо строить очень небольшие по размерам гнёзда, и т. д. К такому зимующие птицы, конечно, не подготовлены.

Можно назвать и другие причины. Например, известно, что далеко не все птицы живут на зимовках оседло (хотя некоторые, например синий соловей, из года в год занимают одни и те же зимовочные территории). А если они кочуют по району зимовки, не задерживаясь подолгу в одном месте, то, разумеется, о гнездовании не может идти и речи. Некоторые птицы, например многие кулики, ласточки, перелётные овсянки, пеночки, на зимовках ещё и заканчивают линьку, что опять же требует высоких энергетических затрат. Многие участники написали, что период зимовок может быть короче периода гнездования, и поэтому птицы просто не успели бы вывести птенцов; возможно, для некоторых видов это действительно так. Ещё можно отметить, что сбои в поведении, иногда приводящие к возможности попробовать загнездиться в местах зимовок, должны произойти не у одной птицы, а по крайней мере у двух особей разного пола, да ещё оказавшихся в одной точке, а вероятность такого события очень невелика.

5. *Как правило, живые существа симметричны. Каких вы знаете асимметричных животных, и чем это может объясняться?*

Один из важнейших признаков организма — симметрия его строения. Если тело можно разделить хотя бы на две одинаковые или зеркально подобные части, его называют симметричным. Для животных характерна симметрия двух типов: двусторонняя (билатеральная) и лучистая (радиальная). Ни та, ни другая не встречается в чистом виде. Иглокожие, кишечнополостные и гребневики радиально симметричны, т. е. общая форма у них цилиндрическая или дисковидная, с центральной осью. Через эту ось можно провести больше двух плоскостей, делящих тело на две одинаковые или зеркальные части. Животные всех остальных типов двусторонне-симметричны: явно выражены передний (головной) и задний (хвостовой) концы, а также нижняя (брюшная) и верхняя (спинная) стороны. В результате тело можно разделить только вдоль на две зеркальные половины — правую и левую.

Но в процессе эволюции в разных группах животных появлялись несимметричные животные (нельзя провести ни одной плоскости симметрии). Так, среди животных можно найти разные типы асимметрии:

- небольшие различия между правой и левой половинками,
- внутренняя, не заметная внешне асимметрия и, наконец,
- резкая внешняя асимметрия.

У двусторонне симметричных животных почти всегда встречается индивидуальная асимметрия в виде слабых отклонений от геометрически правильного расположения, как это наблюдается в лице человека и других частях многих животных. Более подробно такой тип асимметрии мы рассматривать не будем.

Коротко рассмотрим скрытую от нашего глаза асимметрию внутренних органов животных. Асимметричное расположение органов резко выражено в положении желудка у многих позвоночных, в положении печени с правой, поджелудочной железы с левой, спинной кишки с правой стороны и т. п.

Число лопастей лёгкого у млекопитающих также различно на правой и левой стороне. У своеобразных амфибий — червяг — развито только левое лёгкое, а у змей — правое.

В половых органах наблюдается асимметричное положение полового отверстия у некоторых рыб, недоразвитие правого яичника и яйцевода у птиц и яйцекладущих млекопитающих, у дельфинов работает в основном левый яичник. Асимметричное расположение половых протоков и отверстий имеют многие ленточные черви, у коих половые отверстия по большей части имеются лишь с одной стороны членика.

Сердце человека, человекообразных обезьян и крота смещено на левую сторону.

У кашалота дышит только левая ноздря, правая закрылась и превратилась в пазуху для сжатия воздуха, при рекордном нырянии (на глубины больше 2 км).

У дятлов необычно длинный язык, который они в поисках пищи запускают в выдолбленные отверстия или природные щели. Язык так велик, что не поме-

щается в полости рта, а, нырнув под кости нижней челюсти, двумя ножками огибает шейные позвонки, взбирается по черепу на затылок и здесь, соединившись в общий пучок мышц и связок, закрепляется в правой ноздре, так что птицы вынуждены дышать лишь левой.

Наконец, последний, ярко выраженный тип асимметрии — тот, что проявляется во внешнем строении животного. Следует сказать об организмах, у которых симметрия отсутствует по причине низкого уровня организации, малой подвижности или планктонного образа жизни — это просто устроенные кишечнополостные, губки, фораминиферы, сифонофоры. Эта резкая асимметрия может появиться только в связи с глубокой специализацией вида к определённым условиям или виду деятельности, например, у амёб, инфузорий, коловраток, имеющих специализированные способы движения и питания.

Многие мелкие морские беспозвоночные обладают асимметричным строением. Это, например, амёбы, инфузории, некоторые фораминиферы, коловратки, губки, сифонофоры и т. д.

Самый яркий пример асимметрии представляют некоторые брюхоногие моллюски — их раковины закручены спирально, и это определяет строение тела. У них мы замечаем наклонность к спиральному закручиванию органов в ту или другую сторону, а также смещение заднего прохода и прилежащих к нему органов с заднего конца на правую сторону, что сопровождается не только асимметричным расположением органов, но и утратой многих органов правой стороны. У брюхоногих моллюсков одна почка, одна жабра, одна половая железа. В соответствии с этим дыхательное, половое и анальное отверстия и отверстие мочеточника находятся на правой стороне тела.

Очень интересна асимметрия, выражающаяся такими знакомыми явлениями как «право- и леворукость». Причины такой двигательной асимметрии полностью неизвестны, но упираются, видимо, в асимметричность организации мозга. Не случайно описано это явление это явление для высоко организованных групп: моллюсков, высших ракообразных, высших позвоночных.

Проявляться же такая двигательная асимметрия может по-разному.

У глубоководного кальмара глаза асимметричные: левый примерно в четыре раза больше правого. Как плавают эти животные: ведь голова у них не уравновешена? Немалые, наверное, приходится им прилагать усилия, чтобы плыть вперёд и не переворачиваться. Есть предположение, что большой глаз приспособлен к глубинам, он собирает своей мощной оптической системой рассеянные там крохи света. Маленьким же глазом кальмар обозревает окрестности, всплывая на поверхность.

У членистоногих асимметричное расположение выражено ясно у некоторых паразитических форм, а также у раков-отшельников, которые живут в спирально завитой раковине моллюска, и сообразно этому тело их приняло несколько асимметричную форму. Крабоиды, например Камчатский краб, отличаются от настоящих крабов и скорее близки к ракам-отшельникам. В отличие от настоящих крабов крабоиды имеют не 5, а только 4 пары развитых ног, включая и переднюю пару, вооружённую клешнями разной величины. Брюшко у крабоидов всегда имеет следы асимметрии (как и у раков-отшельников), тогда как у настоящих крабов брюшко всегда симметрично.

Особенно резко выражена асимметрия клешней у самцов тропических полусухопутных манящих крабов, обладающих маленькой левой и колоссальной правой клешнёй, сгибая которую, они производят своеобразные манящие движения. Когда бродящий по песчаной отмели самец замечает самку, он приподнимается на лапках, чтобы его было лучше видно, и начинает приветственно махать клешнёй. Совершенно очевидно, что это радушный призыв к встрече. Во всяком случае, именно так понимает его самка и спешит познакомиться с суженым.

Брачная сигнализация — важная, но совсем не такая уж часто выполняемая функция, и поэтому нет никакой необходимости, чтобы обе клешни «умели» её выполнять. Действительно, приветственные жесты крабы выполняют лишь правой клешнёй. Налицо явная асимметрия функций. Правая клешня у самцов манящего краба достигает прямо-таки гигантских размеров. Жест огромной сигнальной клешни трудно не заметить. Самки не стараются привлечь внимание самцов, и им нет необходимости обзаводиться непропорционально большой конечностью. Как и полагается представительнице слабого пола, у самки маленькие изящные клешни.

Разный размер имеют клешни у раков-щелкунов. Более крупная предназначена для производства громких щелчков. Она устроена таким образом, что подвижный палец может с силой прижиматься к неподвижному, при этом раздаётся резкий звук.

У омаров более крупная клешня служит для раздавливания панцирей морских ежей, раковин моллюсков, домиков морских желудей, а другая, более тонкая режущая клешня используется для разделки нежной добычи: креветок и рыб.

У насекомых также наблюдается иногда асимметрия в окраске, величине челюстей, жилковании крыльев, строении половых органов и т. п.

Наиболее резким примером асимметричной конфигурации среди позвоночных могут служить камбалы. Камбала проводит свою жизнь на боку: на боку она лежит, на боку плавает. Только в случае опасности камбала поворачивается на ребро и быстро мчится прочь. Нижней стороной у неё становится строго определённый бок, в зависимости от семейства. Глазу, оказавшемуся на нижней стороне тела, нет никакого резона смотреть прямо в песок, и он ещё в раннем детстве «переползает» на другую сторону головы. Рот также сдвигается набок. Безглазая нижняя сторона тела светлая, верхняя окрашена ярко и часто разрисована пятнами и полосами.

Замечательно, что как асимметрия камбал, так и асимметричное положение различных органов у других двусторонне симметричных животных, есть явление позднейшее, а у зародыша органы закладываются по большей части симметрично и смещаются лишь впоследствии.

У наших северных «попугаев» — клестов, питающихся семенами еловых или сосновых шишек, большой крючкообразный клюв имеет крестообразное строение для перекусывания веточек. У птенцов он ещё вполне симметричен, но по мере взросления птиц подклювье отклоняется влево или вправо. Несимметричное расположение костей черепа наблюдается также у некоторых сов.

У муравьеда более крупные когти на одной лапе.

У зубатых китов череп резко асимметричен, хотя на ранних стадиях развития зародыша он характеризуется всеми признаками, свойственными черепу наземных млекопитающих. Причины асимметрии до сих пор точно не установлены. Возможно, что характерная асимметрия в черепе возникла в связи с развитием эхолокационного и звукосигнального аппаратов. При этом носовые проходы над черепом специализировались: один — как воздухоносный путь, другой — для производства звуков. Некоторые исследователи предполагают, что асимметрия могла возникнуть вследствие неодинакового давления воды при плавании на разные участки черепа, другие считают, что из-за редукции обонятельных нервов.

Полярный дельфин-нарвал вооружен бивнем (до 2–3 м длины). Он вырастает из зачатка левого зуба верхней челюсти и закручен против часовой стрелки в тугую спираль, что влияет на форму черепа, в котором лицевые кости развиты сильнее с левой стороны, а собственно черепные — с правой.

Зачем самцам бивни, пока никто не знает. Считают, что это отличительный знак, позволяющий животным при брачных играх угадывать пол, или оружие для «рыцарских» турниров. Есть мнение, что бивни помогают нарвалам во время охоты. На небольших глубинах в прозрачной океанской воде удалось подсмотреть, как нарвалы своими бивнями спугивали донных рыб — камбалу и палтуса, — и ловили их на лету. Лежащую на дне рыбу им трудно заметить и неудобно хватать. Но вряд ли наличие бивня имеет существенное значение. Иначе природа не обделила бы им самок, которым особенно необходимо иметь вдоволь корма.

6. *Как известно, жизнь зародилась в море, а потом распространилась в пресные водоёмы и на сушу. Во времена зарождения жизни солёность морей была невысокой. Эта солёность примерно равна солёности внутренней среды человека и большинства других организмов. С тех пор прошли миллионы лет, облик Земли менялся, в результате геологических процессов образовались современные моря с высокой солёностью (в 3–4 раза выше, чем в древних) и пресные водоёмы. Организмы в них должны были приспособиться к новым условиям. Какие приспособления могли помочь организмам выжить в сильно солёной или пресной воде?*

Когда жизнь только зарождалась, солёность в морях была очень невелика. Такой же была и концентрация солей внутри живых существ. Постепенно солёность морей возрастала за счёт солей, вымываемых дождями из горных пород. Солёность внутренней среды организмов оказалась ниже солёности окружающей воды, и им пришлось столкнуться с проблемой сохранения воды, поскольку по законам осмоса вода стремилась выйти из их тела наружу. Дело в том, что сквозь мембрану клетки вода может проходить свободно, а вот соли и другие растворенные в воде вещества, как правило, сами проходить не могут. Возможен только активный (т. е. с затратой энергии) их транспорт.

Часть морских организмов смогла выжить, увеличив концентрацию солей внутри себя и сравняв её с солёностью окружающей среды. К ним относятся кишечнополостные, гребневики и некоторые другие. О таком способе приспособиться писали в своих ответах довольно многие школьники. Менее известен

тот факт, что ряд живых существ добиваются осмотического равновесия с окружающей средой за счёт накопления внутри тела не солей, а каких-то других веществ. Это важно потому, что растворимые соли в водной среде присутствуют в основном в виде ионов, а высокая концентрация ионов может плохо влиять на биохимические реакции внутри организма. Поэтому удобнее создавать осмотическое давление с помощью неионных соединений. Так акулы, скаты и химеры, а также редкие лягушки, способные жить в солёной воде, используют для уравнивания осмотического давления мочевину, а некоторые другие организмы накапливают в клетках сахара, глицерин и т. п.

Другая достаточно очевидная мысль заключается в том, что уменьшить осмотические проблемы можно с помощью непроницаемых покровов. Через такие покровы вода просто не будет проходить. Однако ни один живой организм не может существовать совершенно изолированно от окружающей среды, поэтому не известно ни одного организма с полностью непроницаемыми покровами. Конечно, можно покрыть непроницаемой «бронёй» бóльшую часть тела, но всегда остаётся пищеварительная система, органы дыхания, глаза и другие поверхности, через которые окружающая вода будет контактировать с клетками.

Поэтому большинство солоноводных организмов в той или иной степени теряют воду и должны возмещать потери за счёт питья. Но при этом в организм проникает избыточное количество солей — их надо как-то выводить. Как правило, почки с этой задачей не справляются, поэтому выделение солей происходит иначе. Хотя у солоноводных организмов выделяется с мочой мало воды и много солей, этого всё же недостаточно для поддержания равновесия. Так, морские костистые рыбы выделяют соль отчасти через специальные клетки в жабрах, отчасти — через анальное отверстие в виде кристаллов. Это активный процесс, он требует затрат энергии. Аналогично происходит регуляция у некоторых членистоногих, среди которых широко известный рачок артемия. У него тоже есть органы, выводящие соль, причём разные у личинки и у взрослого организма.

В пресной воде живые существа испытывают противоположнае трудности: так как концентрация растворённых веществ внутри выше, чем снаружи, вода стремится проникнуть внутрь организма. В большинстве случаев солёность внутренней среды пресноводных организмов невелика, гораздо ниже, чем морских. Но всё-таки совсем пресной (т. е. лишённой растворённых веществ) внутренняя среда быть не может. Пресноводные организмы должны научиться выводить излишки воды из организма или не допускать проникновения воды в клетку. Непроницаемые покровы и тут помогают только отчасти. У многих простейших для выведения воды существует сократительная вакуоль (этот органоид описан в школьном учебнике биологии — поэтому про него знают многие школьники).

Другой способ избавляться от лишней воды — выведение её с помощью почек. При этом почки разных пресноводных организмов — костных рыб, моллюсков (например беззубки), ракообразных (например речного рака) — устроены по-разному, но все они выводят большое количество очень жидкой мочи, тем самым избавляя хозяина от лишней воды и минимизируя потерю солей. Правда даже такую небольшую потерю приходится потом восполнять активным поглощением солей из окружающей среды.

А вот растительные организмы используют другую стратегию. Дело в том, что их клетки окружены плотной клеточной стенкой. Сама по себе эта стенка не мешает проходу воды внутрь клетки, но когда клетка внутри раздувается от поступившей жидкости, клеточная стенка начинает давить на клетку снаружи, не давая ей лопнуть. Чем больше раздувается клетка, тем сильнее давит стенка, создавая внутри повышенное давление жидкости. В результате устанавливается равновесие: осмотического давления оказывается недостаточно для преодоления внутриклеточного давления и проникновения в клетку дополнительного количества воды. Такой механизм удобен, поскольку не требует затрат энергии на выведение воды из организма, хотя, конечно, на построение клеточной стенки энергию тратить приходится.

Ещё один аспект, который может влиять на жизнь водных существ, — это соотношение плотности, вязкости, течений и вообще условий обитания в солёной и пресной воде. Это может сказываться на жизни планктона — организмов, парящих в воде. В пресной воде парить труднее (из-за меньшей плотности), поэтому организмам приходится увеличивать выросты тела для увеличения трения о воду. А активно плавающим существам в солёной воде придётся особенно заботиться об обтекаемости тела для снижения трения. Если школьники в своих ответах писали об этом, разумно обосновывая своё мнение, они получали положительные баллы.

7. *Американская компания (Genetic Savings and Clone) была создана специально для клонирования домашних любимцев, но, сделав несколько клонированных котят, объявила о прекращении своей деятельности, так как заказчики были недовольны результатами клонирования. Предположите, почему хозяев не устроили клонированные животные?*

Самое простое предположение, объясняющее недовольство заказчиков результатами клонирования, заключается в том, что хозяева надеялись получить точную копию любимца, а сходство клона с оригиналом получалось неполным.

Почему же так могло получиться?

В данном случае ответы вроде: «Эти кошки были ненастоящие» или «Они были как роботы», ничего не объясняют и говорят о том, что несмотря на то, что в наше время трудно найти человека старше 7 лет, не слыхавшего о клонировании, суть клонирования правильно понимают далеко не все.

Клонирование животных заключается в том, что из одной клетки взрослого животного выращивают новое, которое имеет точно такой же геном, как его прототип.

Надо сказать, что вообще ничего противоестественного в этом нет.

Получение клонов растений происходит при каждом случае вегетативного размножения. Любой человек, который брал отросток комнатного растения и сажал его дома в новый горшок или рассаживал «усы» у земляники, получал клон исходного растения. У животных такой способ размножения встречается редко и свойственен только довольно примитивным организмам. Но и у высших животных, в том числе у человека, мы тоже нередко встречаемся с генетически идентичными организмами. Ими являются однояйцевые близнецы. Мы говорим про них «похожи как две капли воды» и часто действительно с тру-

дом можем различить братьев или сестёр близнецов. В случае клонирования генетически идентичными получаются «старое» и «новое» животное. Набор их генов действительно одинаков, различить их ткани не могут даже собственные иммунные системы.

Большинство школьников, которые отвечали на вопрос с пониманием, писали о том, что признаки организма определяются не только его генами, но и теми условиями, в которых он формировался. Особенно ярко это заметно на признаках, касающихся поведения и психики. Разумеется, клонированные котята не могли быть выращены в точно таких же условиях, как их прототип. Они не могли унаследовать его привычки, навыки. А именно это часто казалось хозяевам самым привлекательным в их питомцах.

Однако интересно то, что клонированные котята могли довольно сильно отличаться от исходных животных даже внешне. Окрас кошки определяется сложным комплексом из нескольких генов. Рисунок шкуры (распределение пигмента на поверхности тела) не определяется однозначно генами, а складывается в ходе индивидуального развития в значительной мере под влиянием случайных факторов.

Кроме того, клон может отличаться от оригинала за счёт инактивации одного из двух имеющихся в каждой клетке экземпляров гена. В классических представлениях генетики потомство наследует две копии генов — одну от отца и вторую от матери. Обе эти копии активно участвуют в процессах развития, формируя со временем взрослый организм.

Однако в ряде случаев одна из копий родительских генов «выключается» из работы. Это определяет их повышенную уязвимость по отношению к окружающим условиям — если единственная рабочая копия гена будет повреждена, вторая не сможет взять на себя обязанности первой. Каким образом каждая клетка выбирает, какой именно ген инактивировать, пока неясно, но у клона и оригинала этот выбор может оказаться разным. Однако в ряде случаев одна из копий родительских генов «выключается» из работы. Каким образом каждая клетка выбирает, какой именно ген инактивировать, пока неясно, но у клона и оригинала этот выбор может оказаться разным.

Таким образом, становится понятно, что в результате клонирования хозяева получат новое животное, которое может лишь отдалённо напоминать их любимца.

Но есть и ещё одна неприятность, подстерегающая клонированных животных. Она проявилась впервые у знаменитой овечки Долли, которая была первым успешно выращенным клоном млекопитающего. Оказалось, что Долли старела гораздо быстрее обычных овец, и продолжительность её жизни поэтому была невелика. И связано это было вовсе не с тем, что, как было сказано в некоторых ответах, «при клонировании гены портятся и животное становится больным». Напротив, клону доставался в точности тот генетический материал, который имелся в исходной клетке. Но клетка-то эта была взята от взрослого животного! Оказалось, что хромосомы (носители генетической информации) могут «запоминать» физиологический возраст клетки. Скорее всего они «помнят», сколько делений эта клетка прошла с момента оплодотворения. Поэтому когда такие хромосомы достаются ягнёнку или котёнку, они заставляют его стареть быстрее.

Такая особенность клонов, разумеется, не могла понравиться заказчикам. Если школьники писали об этом, разумно объясняя причины низкой продолжительности жизни, такие ответы оценивались высоким баллом.

Наконец, некоторые ребята в своих ответах говорили о том, что клонированные котята стоили слишком дорого. Это конечно так: купить обычного нового котёнка было бы гораздо дешевле. Но в данном случае речь шла о людях, готовых платить большие деньги за то, чтобы иметь копию своего любимца. Поэтому такой ответ не считался правильным.

8. *Известно, что всеядность — одно из качеств человека, которое позволило ему уйти в своём эволюционном развитии дальше, чем другим животным. Попробуйте привести примеры ещё каких-нибудь организмов, которые также могут похвастаться этой способностью, и попытайтесь найти у них и другие особенности, характерные и для человека.*

В данном вопросе всеядность рассматривается не просто как возможность поглощать или захватывать пищевые частицы, как животного, так и растительного происхождения, а как особое свойство живых организмов, способных длительное время питаться и растительной и животной пищей. Поэтому, действительно всеядных животных существует не так много, как может показаться сначала. Кроме человека к ним можно отнести таких млекопитающих, как шимпанзе, бурого медведя, свинью, крысу. Также можно считать всеядными некоторых птиц, в частности ворон, может быть чаек и галок; таракана, муравья и осу; ряд рыб (среди карповых ярким представителем является карась, а также плотва); отдельных представителей класса ракообразные (например, широко известный аквариумистам Gammarus), игуан и таких одноклеточных, как амёбы, захватывающих пищевые частицы определённого размера, независимо от их происхождения.

Таких организмов, как акулы, являющихся типичными хищниками и лишь в силу своей прожорливости по ошибке заглатывающих множество несъедобного мусора, всеядными считать не стоит. Нельзя считать таковыми и домашних собак и кошек, вынужденных питаться тем, что предложат хозяева, и иногда поедающих траву только в качестве лекарства. На самом деле они являются плотоядными организмами. Это относится и к другим животным, которые иногда в силу сложившихся обстоятельств вынуждены переходить на несвойственное им питание.

Другими чертами, «роднящими» человека с остальными всеядными организмами, могут считаться:

• Возможность обитания в кардинально различных условиях среды, повсеместная распространённость, свойственная, например, тараканам, крысам, воронам и муравьям, встречающимся на многих континентах в различных условиях. Чаще всего мы встречаем их там, где есть человек.

• Высокая сообразительность, развитый интеллект и даже некоторая агрессия в поведении — у шимпанзе, крыс, ворон. Одни используют примитивные орудия для достижения своих целей, другие умудряются выживать в городах, где человек ведёт с ними борьбу всеми доступными ему способами, третьи также приспособились к жизни рядом с человеком, используя все выгоды это-

го «сожительства». Появление таких качеств может быть связано с тем, что эти организмы не специализируются на одном способе добывания пищи, как, например, травоядные жвачные животные или дятлы, а, в силу своей всеядности, каждый раз делают это по-новому, для получения разных продуктов питания. А значит и их поведение становится более разнообразным и творческим.

• Зубная система таких млекопитающих, как медведь, шимпанзе и свинья, очень схожа с человеческой по развитию различных групп зубов (позволяющих схватывать, отрывать и измельчать фрагменты пищи животного и растительного происхождения). С всеядностью может быть связано и некоторое сходство анатомического строения пищеварительной системы этих животных.

• Сходные с человеком болезни и физиология организмов. Например, поражение СПИДом характерно и для обезьян (собственно заражение человека этим заболеванием, по мнению многих учёных, и произошло от этих приматов), а свинья считается одним из наиболее приемлемых организмов для донорства тканей и органов человеку.

• Нельзя не сказать о сходстве в социальных аспектах жизни человека и других всеядных организмов. Так многие из них образуют группы со сложной иерархией, а муравьи живут огромными семьями с чётким разделением по кастам, в «городах» собственной постройки. Правда эта особенность вряд ли напрямую связана с всеядностью, поскольку многие общественные животные придерживаются довольно однообразной диеты. Но ясно, что всеядность должна приносить этим животным дополнительные преимущества. Ведь большой группе и еды надо много, а всеядные существа при недостатке одной пищи могут легко переключиться на другую. Кроме того, сообщества способствуют более равномерному распределению пищи внутри них самих для повышения их жизнеспособности. А иногда групповые взаимоотношения могут служить для определения параметров «съедобности» той или иной пищи. Например известно, что крысы очень быстро учатся отличать отравленную пищу от хорошей. Происходит это потому, что при обнаружении очередного продукта питания его сначала пробует лишь одна особь, только потом по её реакции и поведению остальные крысы судят о съедобности этого объекта.

• Многие школьники отмечали также способность медведей и шимпанзе перемещаться на двух задних лапах, что характерно для людей. Связь этой особенности с типом питания тоже неочевидна, но, возможно, это позволяет им сочетать активное преследование добычи на четырёх лапах с большим диапазоном «охвата» и обзора при питании растительной пищей на двух задних лапах. Кроме того, при ходьбе на двух ногах можно активно использовать передние лапы для добычи и переработки пищи.

В составлении вопросов для Турнира Ломоносова 2007 года по биологии и ответов на них принимали участие: Гаев Т. Г., Жаров А. А., Калякин М. В., Кобузева И. А., Морковин А. А., Петраш Е. Г., Семёновы Ал-др. Н. и Андр. Н., Синельников С. Ю., Ступникова А. Н.

Критерии проверки и награждения.

Ответ на каждое задание оценивался в баллах по следующим критериям.

В простых вопросах (№ 1, № 2) давалось по 1 баллу за каждый правильный ответ (ответ на вопрос «зачем?» и примеры других организмов).

В вопросе № 3 балл давался не за каждое названное животное (их слишком много), а все животные были разбиты на группы (как в ответе) и давался 1 балл за группу. Дополнительные баллы можно было получить за логичные объяснения, например того, почему именно свиньи особенно «грязелюбивы».

В сложных вопросах (№ 4, № 6, № 7) не так много правильных ответов и они не так просты (объяснить, какими недостатками могут обладать клонированные животные, безусловно сложнее, чем назвать таракана как нежелательного соседа человека). Поэтому в этих вопросах за одну правильную идею можно было получить от 1 до 5 баллов, в зависимости от степени её обоснованности. При этом оценивались в том числе те идеи, которые логичны, но не реализуются в природе.

Вопросы № 5 и № 8 по сложности занимают промежуточное положение. Ответов на них можно дать достаточно много, поэтому за каждый названный пример давался 1 балл. При этом подробные биологически-грамотные рассуждения о возможных причинах асимметрии или об особенностях всеядных животных оценивались несколькими баллами.

Грамоты «за успешное выступление на конкурсе по биологии» (оценка «v») и баллы многоборья (оценка «e») присуждались в зависимости от суммы баллов и класса, в котором учится участник турнира, в соответствии с таблицей.

Класс	балл многоборья («e»)	грамота («v»)
$\leqslant 3$	$\geqslant 3$	$\geqslant 4$
4	$\geqslant 3$	$\geqslant 7$
5	$\geqslant 8$	$\geqslant 12$
6	$\geqslant 10$	$\geqslant 15$
7	$\geqslant 14$	$\geqslant 17$
8	$\geqslant 16$	$\geqslant 21$
9	$\geqslant 17$	$\geqslant 22$
10	$\geqslant 18$	$\geqslant 23$
11	$\geqslant 19$	$\geqslant 25$

КОНКУРС ПО ЛИНГВИСТИКЕ

Задачи

Все задания адресованы всем классам, при подведении итогов учитывается класс и достигнутые результаты по всем заданиям.

1. Даны слова на языке муйув[1] и их переводы на русский язык:

[1] Муйув — один из австронезийских языков, на котором говорят 4 тыс. человек, живущих на островах Вудларк (Папуа—Новая Гвинея).

atok	я стою около него
kuton	ты стоишь в стороне
isiw	он остаётся около тебя
kusim	ты остаёшься около меня
iw	он идёт к тебе

Задание 1. Переведите на русский язык слова: *asin*, *itom*, *ak*.

Задание 2. Переведите на язык муйув: *ты уходишь*.

2. Японские женщины, чтобы сделать речь более вежливой, обычно добавляют к существительным вежливую приставку *о-*. Однако они присоединяют эту приставку не ко всем существительным. Можно привести такие примеры (японские слова даны в русской транскрипции):

о-микан	— «мандарин»	тэй	— «шлюпка»
о-кабэ	— «стена»	ко:на:	— «угловой удар»
о-нэко	— «кошка»	кабу	— «биржевая акция»
о-ко:тя	— «чай»	ура	— «подкладка платья»
о-таби	— «носки»	оби	— «пояс кимоно»
о-юка	— «пол»	андзу	— «абрикос»
о-сара	— «тарелка»	микко:	— «тайный проезд на самолёте»
о-татами	— «циновка»	рё:ки	— «путина (рыболовный сезон)»
о-моти	— «рисовая лепёшка»	ису	— «стул»

Задание. Определите, к каким из следующих слов японские женщины присоединяют приставку *о-* :

утива	— «круглый веер»	кимоно	— «платье, кимоно»
ко:сяхо:	— «зенитное орудие»	хибати	— «печь в японском доме»

Объясните своё решение.

Примечание. Двоеточие после гласной обозначает долготу.

3. Даны слова на древнеиндийском языке санскрит и их переводы на русский язык в перепутанном порядке:

yaḥ, tathā, sarvatra, ekaḥ, yadā, tatra, yatra, sarvaḥ;

везде, где, всякий, когда, который, так, там, тот же самый.

Задание 1. Установите, какой перевод соответствует каждому санскритскому слову.

Задание 2. Переведите на санскрит:

всегда, *всячески*, *как*, *одновременно*, *тогда*.

Примечание. Чёрточка над гласной обозначает долготу; th и ḥ — особые согласные языка санскрит.

4. Известно, что некоторые глаголы со значением ‘издавать звук’ могут употребляться в значении ‘передвигаться со звуком’. Например, в предложении *Мимо*

школы продребезжал трамвай глагол *продребезжать* означает ‘проехать, издавая дребезжащий звук’. Рассмотрим две группы предложений. В предложениях 1–9 такие глаголы могут употребляться в указанном значении, а в предложениях 10–18 — не могут, и такие предложения отмечены звёздочкой как неправильные.

1. *По мостовой прогремела телега.*
2. *Поезд прогрохотал по мосту и скрылся в туннеле.*
3. *Стрела просвистела прямо перед носом Чингачгука.*
4. *Мимо нашего этажа туда-сюда лязгал лифт.*
5. *По опавшим листьям шуршала змея.*
6. *По поселку деловито громыхал трактор.*
7. *По ночному бульвару в сторону площади простучали чьи-то каблучки.*
8. *Ребятишки весело захлюпали по лужам.*
9. *Старик прошлёпал на кухню.*
10. **Кухарка прогремела кастрюлями в другой конец кухни.*
11. **К центральной площади прогрохотали барабанщики.*
12. **В сторону школы просвистел мальчик.*
13. **Сверчок стрекотал за печку.*
14. **Мимо на огромной скорости провыла пожарная машина.*
15. **Из клуба к метро громко бренчала компания гитаристов.*
16. **Навстречу визжала девочка.*
17. **Вдоль берега гудел теплоход.*
18. **Опрокинутый граммофон прошипел на пол.*

Задание 1. Объясните, почему предложения первой группы правильны, а предложения второй группы — нет.

Задание 2. Даны глаголы: *проскрипеть*, *пролаять*, *кашлять*, *цокать*. Для каждого из этих глаголов укажите, можно ли его употребить в указанном значении, и если да, составьте соответствующие предложения.

Решения задач конкурса по лингвистике

1. Как легко можно выяснить из условия задачи, в языке муйув подлежащее выражается при помощи глагольных приставок: *a-* ‘я’, *ku-* ‘ты’, *i-* ‘он’, а обстоятельство места — при помощи глагольных суффиксов: *-k* ‘около него’, *-w* ‘около тебя’, *-m* ‘около меня’, *-n* ‘в стороне’; при этом в зависимости от того, обозначает ли глагол движение или местонахождение, суффикс может переводиться как ‘около чего-то’ или как ‘к чему-то’. Глагольные корни: *-to-* ‘стоять’, *-si-* ‘оставаться’; замечательным образом, корень глагола ‘идти’ в языке муйув нулевой, как у русского глагола *вынуть*.

Задание 1. *asin* ‘я остаюсь в стороне’, *itom* ‘он стоит около меня’, *ak* ‘я иду к нему’.

Задание 2. *ты уходишь*, т. е. буквально ‘ты идёшь в сторону’ — *kun*.

Автор задачи В. И. Беликов, текста решения — П. М. Аркадьев.

2. Японские женщины добавляют приставку *о-* только к существительным, обозначающим понятия, связанные с традиционным бытом, домашним хозяйством и т. п., и только в том случае, если эти существительные не начинаются с гласного (слово *юка* ‘пол’, разумеется, начинается не с гласного, а с согласного [й]). Из слов, приведённых в задании, этому условию удовлетворяют последние два. Таким образом, правильно *утива*, *кōсяхō*, но *о-кимоно*, *о-хибати*.

Автор задачи В. М. Алпатов, текста решения — И. Б. Иткин.

3. Прежде всего обратим внимание на то, что санскритские слова делятся на части, например, *tatra* — это *t-*, как в *tathā*, + *-atra*, как в *yatra* и *sarvatra* (строго говоря, можно представить *tatra* и как *ta-* + *-tra*, на решение задачи это не повлияет). Частей в каждом слове две, так что можно составить таблицу, сгруппировав в строчках слова с одинаковой начальной частью, а в столбцах — слова с одинаковой конечной частью:

	sarvatra		sarvaḥ
	tatra	tathā	
			ekaḥ
yadā	yatra		yaḥ

Теперь необходимо составить таблицу русских переводов, сгруппировав их по смыслу так, чтобы получилась таблица из четырёх строк и четырёх столбцов.

Можно заметить, что среди переводов имеются местоименные наречия, обозначающие время, место и образ действия, а также местоимения-прилагательные. Пусть это будут столбцы таблицы.

Строки будут соответствовать: первая — обобщительному местоимению (*всякий*, *везде*), вторая — указательному (*там*, *так*), третья — местоимению тождества, четвёртая — относительному местоимению (*где*, *когда*, *который*). Русский перевод не даёт возможности отличить эти местоимения от соответствующих вопросительных, поэтому решение, в котором эти местоимения будут названы вопросительными, тоже должно быть засчитано как правильное. Но в санскрите это именно относительные местоимения, вопросительные — такие же, но начинаются с *k-*.

	везде		всякий
	там	так	
			тот же самый
когда	где		который

Ответ на **задание 1** получается наложением двух таблиц: слово на пересечении строки, содержащей две заполненных клетки, и столбца, содержащего одну заполненную клетку — это *tathā*, ‘так’, другое слово в той же строке — *tatra*, ‘там’. Столбец, содержащий последнее слово, пересекает строки относительных местоимений (три заполненных клетки) — *yatra*, ‘где’ — и обобщительных местоимений (две заполненных клетки) — *sarvatra*, ‘везде’. Далее, оставшееся обобщительное местоимение — это *sarvaḥ*, ‘всякий’, пересечение этого столбца со строкой, где имеется лишь одна заполненная клетка — *ekaḥ*, ‘тот же самый’,

его пересечение со строкой, где заполненных клеток три, — *yaḥ*, ‘который’. Соответственно, *yada* — ‘когда’.

В принципе, ничто не мешает расположить строки и столбцы таблиц в другом порядке, например, даже так, чтобы строки одной таблицы соответствовали столбцам другой:

yaḥ	yadā	yatra	
		tatra	tathā
sarvaḥ		sarvatra	
ekaḥ			

там		везде	где
	тот же самый	всякий	который
так			
			когда

Но всё равно слово на пересечении линии с двумя заполненными позициями и линии с одной заполненной позицией получается единственным, так что решение остаётся однозначным. В данном решении — для удобства — таблицы нарисованы так, чтобы их наложение было очевидным.

Задание 2. *Всегда — sarvadā*, *всячески — sarvathā*, *как — yathā*, одновременно — *ekadā*, *тогда — tadā*.

Автор задачи В. А. Плунгян, текста решения — С. А. Бурлак.

4. Как показывают приведенные в задаче примеры, дело заключается не в самих глаголах, а в особенностях их употребления: телега может *греметь*, стрела — *свистеть*, а вот у кухарки и мальчика это почему-то получается хуже.

Но разве, говоря о стреле и о мальчике, что они свистят, мы имеем в виду одно и то же? Стрела свистит потому, что она с большой скоростью рассекает воздух, а мальчик — потому, что у него хорошее настроение! Иначе говоря, стрела не может лететь и при этом не свистеть, а мальчик вполне может идти по тропинке молча или, скажем, громко смеясь. Точно так же тело змеи трётся о сухие листья, каблучки отбивают дробь по асфальту, а тапочки старого старика, которому уже трудно поднимать ноги, при каждом его шаге шлёпают по полу (не случайно одна из разновидностей мягких тапочек так и называется — шлёпанцы). С другой стороны, сверчки иногда стрекочут, а иногда и нет, пожарная машина может ехать и с выключенной сиреной, и даже девочки, которые не визжат, пусть изредка, но, вероятно, всё же попадались навстречу уважаемому читателю.

Одним словом, **в предложениях 1–8 звук порождается самим фактом движения, а в предложениях 9–16 — нет**.

Теперь можно выполнить **задание 2.** Глаголы *проскрипеть* и *цокать* в требуемом значении употребить можно; чтобы придумать соответствующие примеры, не нужен даже особый полёт фантазии — достаточно слегка переделать приведённые в условии предложения 1 и 6. Например, так: *По мостовой проскрипела телега. В сторону площади цокали чьи-то каблучки.*

А вот глаголы *пролаять* и *кашлять* употребить подобным образом нельзя — нет движений, которые порождали бы такие звуки.

Автор задачи Б. Л. Иомдин, текста решения — И. Б. Иткин.

Критерии проверки и награждения

Решения задач оценивались в баллах следующим образом.

1. За правильный перевод каждого слова из задания 1 решатель получал по 2 балла, а за правильный перевод задания 2 — 3 балла. За объяснение ставилось до 6 баллов в зависимости от полноты (максимальный балл ставился лишь тем решателям, которые писали о противопоставлении движения и местонахождения и о нулевом корне глагола ‘идти’). Дополнительные 2 балла ставились тем, кто приводил параллель с русским *вынуть*. Максимальное число баллов: 15, в исключительных случаях 17.

При подведении итогов задача считалась решённой, если за неё поставлено 12 или больше баллов; оценки от 9 до 11 баллов учитывались как частичный положительный результат («+/2»).

2. За каждый правильный ответ в задании решатель получал по 2 балла, за каждый неправильный ответ терял 2 балла (т. е. человек, который присоединит *о-* ко всем словам задания или ни к одному, получает за задание 0 баллов; при отрицательной сумме всё равно ставится 0). За объяснение о семантике ставилось 4 балла, за объяснение о фонетике — 3 балла. Решателям, которые комментировали слово *юка*, ставился дополнительный балл. Максимальное число баллов 15, в исключительных случаях 16.

При подведении итогов задача считалась решённой, если за неё поставлено 12 или больше баллов; оценки 10 и 11 баллов учитывались как частичный положительный результат («+/2»).

3. За правильный перевод каждого слова в задании 1 ставилось по 1 баллу. За правильные переводы всех слов, кроме *одновременно*, ставилось по 2 балла, за *одновременно* — 3 балла. За объяснение решатель получал до 7 баллов в зависимости от полноты (полное объяснение не обязано быть устроено так же, как приведённое здесь; важно, чтобы решатель описал санскритскую систему и поставил ей в соответствие русскую). Максимальное количество баллов 26.

При подведении итогов задача считалась решённой, если за неё поставлено 20 или больше баллов; оценки 16–19 баллов учитывались как частичный положительный результат («+/2»).

4. За верный ответ в задании 1 с примерами ставилось 5 баллов, без примеров — 4 балла. За каждый верный ответ в задании 2 решатель получал по 1 очку и ещё одно очко за правильный пример. Максимальное количество баллов 11.

При подведении итогов задача считалась решённой, если за неё поставлено 8 или больше баллов; оценки 6 и 7 баллов учитывались как частичный положительный результат («+/2»).

При награждении учитывалось количество решённых задач, количество оценок «+/2» и класс, в котором учится участник.

Грамота за успешное выступление в конкурсе по лингвистике («v») давалась в любом из следующих случаев:
1. решены любые две задачи;
2. решена задача № 3;
3. класс $\leqslant$ 8 и решена любая одна задача;
4. класс $\leqslant$ 6 и имеется не менее двух оценок не хуже «+/2» каждая.

Балл многоборья («e») давался в любом из следующих случаев (если не получена грамота):
1. решена любая одна задача;
2. класс $\leqslant$ 9 и имеется не менее двух оценок не хуже «+/2» каждая;
3. класс $\leqslant$ 6 и имеется не менее 1 оценки не хуже «+/2».

Замечание. Критерии оценки каждой задачи в баллах разрабатывались из соображений удобства проверки этой задачи (как правило, простой логический шаг в решении задачи — перевод слова, построение примера и т. п. — оценивается в 1 балл, более сложный — в 2 балла, и т. д.). При этом максимальное количество баллов за каждую задачу (выбранное только из соображений удобства проверки) не характеризует сложность задачи. Поэтому и сумма баллов по всем задачам никак не характеризует успехи участника турнира, получившего эти баллы.

В данном случае в критериях награждения выделена как более сложная задача № 3, а остальные задачи считаются равноценными по сложности.

КОНКУРС ПО ЛИТЕРАТУРЕ

Задания

Все задания адресованы школьникам всех классов. Не обязательно пытаться хоть что-нибудь сказать по каждому вопросу — лучше как можно более обстоятельно выполнить одно задание или ответить только на понятные и посильные вопросы в каждом задании.

1.

Перед вами отрывок из романа писателя Юрия Давыдова о датской принцессе Дагмар, позже — императрице Марии Фёдоровне, жене Александра III и матери Николая II «Такой вам предел положен». В отрывке рассказывается, как взбунтовались оголодавшие воспитанники Сиротского института, над которым шефствовала Мария Фёдоровна.

С недавних пор в зубах навязло: мол, русский бунт. . .

Бессмысленный? Поди-ка, осмысли, коль в брюхе-то Угрюм-Бурчеев. Беспощадный? Бывает ли «щадящий», сомневаюсь. Нет, формулой, пусть энергично-складной, ты, как аршином общим, не измеришь русский бунт. Да ведь и то сказать, Бакунин, да-да, Мишель, он из тверских, Бакунин полагал, что бунт не что иное, как потребность. И совершенно, знаете ль, естественная. . .

Мы сообщали, цесаревна заботилась о пищеблоке. Но и царям не совладать, коли царит стихия. Вы понимаете, какая. Да-с, крадут. Пищеблок скудел. Вы помните: «Мясо было с душком» — и вот вам броненосец «Князь

Потёмкин-Таврический». Хоть и с душком, но было, было. А тут, в Сиротском, оно иссякло. Бунт назрел. Вы спросите: ужели упреждающих сигналов не послышалось? Увы, увы. И оттого как раз, что не внедрился в практику теоретический совет поэта и прозаика. А именно: по части быстрых разумом осведомителей из наилучших учеников. К тому прибавьте: воспитатели, харчась отдельно, оказались страшно далеки от воспитуемых.

Напишите примечания и комментарии. Определите, какие цитаты из произведений русской литературы или отсылки к ним здесь встречаются. К каким фактам нужен исторический комментарий? Какие ещё слова стоит пояснить?

Когда примерно написан роман? Как это можно установить?

Попробуйте определить особенности стиля. Какое впечатление произвёл на вас отрывок?

2.

Ниже приведено в русском переводе стихотворение средневекового восточного поэта.

Ушла любимая моя, ушла, не известила нас,
Ушла из города в тот час, когда заря творит намаз.

Нет, либо счастие моё пренебрегло стезёй любви,
Либо красавица не шла дорогой правды в этот раз.

Я поражён! Зачем она с моим соперником дружна!
Стеклярус на груди осла никто ж не примет за алмаз!

Я буду вечно ждать её, как белый тополь ветерка.
Я буду оплывать свечой, покуда пламень не погас.

Но нет! Рыданьями, увы, я не склоню её к любви:
Ведь капли камня не пробьют, слезами жалобно струясь.

Кто поглядел в лицо её, как бы лобзал глаза мои:
В очах моих отражено созвездие любимых глаз.

И вот безмолвствует теперь Хафиза стёртое перо:
Не выдаст тайны никому его газели скорбный глас.

(Перевод И. Сельвинского)

Кто его автор и в каком жанре оно написано (и то, и другое нетрудно выяснить при внимательном чтении)?

Что вы знаете об этом авторе и о других поэтах Востока? Как отразилась поэзия Востока в произведениях русских и европейских поэтов? (Если можете, приведите примеры.)

Каковы особенности жанра, в котором написано это стихотворение? Сочините своё «восточное» стихотворение в этом жанре.

3.

Оба стихотворения, приведённых ниже, написаны в середине XIX века. Их авторы — поэты А. Фет и Н. Некрасов. Как можно полнее ответьте, чем похожи эти стихотворения (обратите внимание и на содержание, и на форму) и в чём основные различия между ними. Назовите автора каждого стихотворения и аргументируйте свой ответ.

Ласточки пропали,
А вчера зарёй
Всё грачи летали
Да как сеть мелькали
Вон над той горой.

С вечера всё спится.
На дворе темно.
Лист сухой валится,
Ночью ветер злится
Да стучит в окно.

Лучше б снег да вьюгу
Встретить грудью рад!
Словно как с испугу
Раскричавшись, к югу
Журавли летят.

Выйдешь — поневоле
Тяжело — хоть плачь!
Смотришь — через поле
Перекати-поле
Прыгает как мяч.

1854

Перед дождём

Заунывный ветер гонит
Стаю туч на край небес,
Ель надломленная стонет,
Глухо шепчет тёмный лес.

На ручей, рябой и пёстрый,
За листком летит листок,
И струёй сухой и острой
Набегает холодок.

Полумрак на всё ложится;
Налетев со всех сторон,
С криком в воздухе кружится
Стая галок и ворон.

Над проезжей таратайкой
Спущен верх, перёд закрыт;
И «пошёл!» — привстав с нагайкой,
Ямщику жандарм кричит...

1846

4.

*Прочтите слова трёх персонажей из трёх разных произведений русской классической литературы (все имена собственные заменены одним и тем же значком **).*

1) Будь я, так скажу, равный вам, будь я какой барин или купец, я бы то есть с вами, **, и ни в жизнь мою не расстался. Ну, а так сами вы посудите, что я за человек при вас есть? Видючи теперь, как возьмут вас за белые ручки и поведут в опочивальню, должен я всё это переносить в моём сердце и, может, даже сам для себя чрез то на целый век презренным человеком сделаться. **! Я ведь не

как другие прочие, для которого всё равно, абы ему от женчины только радость получить. Я чувствую, какова есть любовь и как она чёрной змеёю сосёт моё сердце. . .

2) Как же не тужить-то? Вдруг в голову взойдут такие мысли: что я такое за человек на свете есть? Теперь родительница у меня в старости да бедности находится, её должен содержать, а чем? Жалованье маленькое, от ** всё обида да брань, да всё бедностью попрекает, точно я виноват. . . а жалованья не прибавляет.

Никто мне не поможет. Пропала моя голова! Полюбилась мне больно **. . . Знамши я всё это, не могу своего сердца сообразить. «Любить друга можно, нельзя позабыть! . .»

3) Несомненно, может, вы и правы. Но, конечно, если взглянуть с точки зрения, то вы, позволю себе так выразиться, извините за откровенность, совершенно привели меня в состояние духа. Я знаю свою фортуну, каждый день со мной случается какое-нибудь несчастье, и к этому я давно уже привык, так что с улыбкой гляжу на свою судьбу.

Если можете, назовите произведения, авторов и героев.

Чем похожи речи разных персонажей, в чём существенные различия между ними? Какому из них, по-вашему, принадлежит следующая реплика и почему вы так считаете?

Песня поётся: «без мила дружка обуяла грусть-тоска», и эта тоска, доложу вам, **, собственному моему сердцу столь, могу сказать, чувствительна, что вот взял бы я его вырезал булатным ножом из моей груди и бросил бы к вашим ножкам. И легче, сто раз легче бы мне тогда было. . .

Припомните как можно больше произведений, в которых приводятся слова героев о их любви. Зачем, как вы думаете, это нужно писателям? (Рассмотрите каждый случай отдельно).

Ответы и комментарии к заданиям конкурса по литературе

1.

Серьёзную осведомлённость о событиях и людях прошлого и позапрошлого веков проявили не очень многие участники конкурса. Но есть и настоящие знатоки. Приводим их исторический комментарий.

«Цесаревна» — Мария Фёдоровна (до марта 1881 года — убийство императора Александра II и восшествие на престол её мужа), урождённая датская принцесса Дагмар. Она родилась в 1847 году в семье короля Кристиана IX и королевы Луизы. Её старшей сестрой и лучшей подругой на всю жизнь была принцесса Александра (в будущем, королева Англии). Дагмар отец называл «самой умной» из своих дочерей. Сначала она должна была стать женой старшего сына российского императора — цесаревича Николая, но тот в 1865 году умер в Ницце, и в 1866 г. Дагмар (Мария Фёдоровна) стала женой его младшего брата Александра. Супруги нежно и преданно любили друг друга. Мария всю жизнь помогала бедным, занималась благотворительностью.

Она пользовалась всенародной любовью. Считала Россию своей второй родиной, но именно Россия сделала её судьбу трагичной. (Анастасия Фундобная, 8 класс, школа № 1357, Москва).

Михаил Бакунин — основоположник русского анархизма, участник нескольких революций, в том числе революции в Германии в 40-х гг. XIX в. Был сослан в Сибирь, но бежал в Англию, где сотрудничал с Герценом, писал статьи для «Колокола».

Он из тверских — имение Бакуниных Премухино находилось в Тверской губернии. (Дмитрий Перевозчиков, 11 кл., школа № 1199, Москва).

Потёмкин — имя фаворита Екатерины II, который был талантливым государственным деятелем. К его имени было добавлено «Таврический» за его активные действия по присоединению Крыма к России. (Илья Патронников, 11 класс, лицей № 1, г. Брянск).

Одно из событий первой русской революции 1905–1907 гг. — восстание на броненосце «Князь Потёмкин-Таврический». Поводом для бунта послужило то, что экипажу на обед дали мясной суп с червями. (Лилия Айрапетян, 11 класс, центр образования № 654, Москва).

Имеется в виду знаменитый эпизод восстания на броненосце «Потёмкин», описанный в легендарном фильме Сергея Эйзенштейна «Броненосец Потёмкин» (1925 г.) (Даулет Жанайдаров, 10 класс, школа «Интеллектуал», Москва).

Никто из участников конкурса не указал, что поэт и прозаик, упомянутый в отрывке, — А. С. Пушкин, а теоретический совет его содержится в Записке «О народном воспитании», написанной в 1826 г. по прямому заданию Николая I для личного его сведения: *Кадетские корпуса, рассадник офицеров русской армии, требуют физического преобразования, большого присмотра за нравами, кои находятся в самом гнусном запущении. Для сего нужна полиция, составленная из лучших воспитанников; чрез сию полицию должны будут доходить и жалобы до начальства.*

Во многих работах правильно названы цитируемые произведения русской литературы и их авторы.

Не приведи бог видеть русский бунт — бессмысленный и беспощадный. А. Пушкин, «Капитанская дочка»; Пропущенная глава.

С Божией стихией царям не совладать. А. Пушкин, «Медный всадник».

. . . *Аршином общим не измерить* — строка из стихотворения Ф. Тютчева.

Слова о *быстрых разумом невтонах* отсылают к оде Ломоносова «На день восшествия на престол . . . Елизаветы Петровны» 1747 г.

Только один участник конкурса узнал цитату из поэмы Б. Пастернака «Девятьсот пятый год»: *Со спардека на камбуз // Нахлынуло полчище мух. // Мясо было с душком. . .* Другие вспомнили фразу из рассказа А. Чехова *А осетрина-то с душком. . .* Возможно, её вспомнил и Пастернак, создавая свою поэму.

И, разумеется, мало кто из теперешних школьников помнит фразу из статьи В. И. Ленина «Памяти Герцена» о декабристах: . . . *страшно далеки были они от народа.*

В некоторых работах поясняются отдельные слова: харчась (питаясь), пищеблок (столовая и кухня в учреждении), *Угрюм-Бурчеев — имеется в виду сильное чувство голода, когда в животе «урчит-бурчит»* (Ольга Федотова, 8 класс, центр образования № 654, Москва).

Но, даже опознав цитаты и отсылки, юные читатели испытали некоторое недоумение, пытаясь угадать время написания и понять авторский замысел. В общем, справедливо написано в одной из работ, что «современному читателю трудно будет понять тот глубокий смысл, который хотел вложить автор».

Многие участники, верно указав, когда происходили те или иные события, упомянутые в отрывке, делали неожиданный вывод, что именно тогда и написан роман. А между тем так можно определить лишь, не раньше какого времени это произошло. Другие приходили к ложному выводу на основании поверхностных идеологических представлений: бунт изображён без восторга — значит, написано до Октябрьской революции. Правда, есть работы, авторы которых просто знают годы жизни Юрия Давыдова и год окончания романа — 2001. А остальным для правильного решения надо было опираться на лексику, особенности стиля.

Приведём несколько любопытных рассуждений.

Теоретически роман мог быть написан не раньше начала правления Николая II. Тогда существовали и броненосцы. Однако я сомневаюсь, что в начале прошлого века употребляли слово «пищеблок». Скорее всего, оно появилось уже при советской власти. Но на заре коммунизма в России подобный роман вряд ли вышел бы — только отчаянно безрассудный писатель решился бы написать книгу об императрице, причём, судя по слогу, книга не является обличительной. Мне кажется, что если автор не написал книгу в наше время, что, конечно, тоже весьма вероятно, то роман написан в 60–70 гг. XX в. (Янина Вычерова, 10 класс, лицей № 1, г. Брянск).

Это явно не период правления советской власти, т. к. здесь можно уловить насмешку над бунтовщиками — они, мол, и действий своих толком осмыслить не могли, потому что кушать хотели, т. е. двигали ими не высокие моральные стремления, а обыкновенное животное чувство голода. (Ольга Федотова).

О событиях говорится не как о недавних, а как о чем-то, ушедшем в прошлое; о чём-то, что уже можно анализировать беспристрастно. Для того чтобы написать такими словами, как в этом отрывке, «страсти» должны были улечься. В тексте, хоть он и написан в XX в., используются языковые приметы того времени, о котором говорится: «Да-с», «поди-ка осмысли, коль в брюхе-то. . . », «ужели» и т. д., но, как раз из-за времени, прошедшего после описываемых событий, автор не занимает явно чью-то сторону, что видно из его интонации. Писатель стоит над всем этим, он знает, как всё происходило, и рассказывает обо всём без обличения или восхваления. (Ксения Дмитриева, 11 класс, 57 школа, Москва).

О времени говорит само построение текста, основанного на аллюзиях. Текст начинает напоминать центон. Так что роман я бы датировала концом XX века или началом XXI. (Елена Лучина, 11 класс, гимназия № 1514, Москва).

И, наконец, интересные суждения об особенностях стиля, а также читательские впечатления.

Прозаический роман написан очень поэтично. Почти везде соблюден чёткий ритм. (Максим Демин, 11 класс, лицей № 1, г. Брянск).

Отрывок произвёл на меня несколько юмористическое впечатление. (Вячеслав Яловега, 7 класс, школа № 371, г. Санкт-Петербург).

Ломоносов ратует за просвещение, развитие наук. Но Давыдов называет «быстрыми разумом» учеников, подавших упреждающие сигналы, — здесь явная авторская ирония. (Лилия Айрапетян).

Отрывок написан интересной лексикой: постоянные цитаты, грамотные синтаксические конструкции производят впечатление, что рассказчик человек высокообразованный, но просторечья оживляют рассказ и делают его более интересным. Необходимо отметить диалоговость рассказа. (Владислав Протопопов, 10 класс, Санкт-Петербург).

Он не только играет цитатами из своих великих предшественников, но и ссылается на литературных и исторических персонажей, не имеющих отношения к описываемой эпохе. К таковым относится Угрюм-Бурчеев, градоначальник из книги Салтыкова-Щедрина «История одного города». Правда, здесь под Угрюм-Бурчеевым беспощадным подразумевается голод, в то время как у Салтыкова-Щедрина он был пародией на Аракчеева. (Иван Курицын, 11 класс, гимназия № 1504, Москва).

Произведение написано во второй половине XX века, но стилистически ориентировано на XIX век. (Вера Байковская, 10 класс, школа № 1199, Москва).

2. Автор — Хафиз (настоящее имя — Шамсиддин Мухаммад, XIV в.), жанр — газель. Об этом можно было догадаться, ничего не зная о поэзии Востока: *При внимательном чтении выясняется, что автор стихотворения некто Хафиз, а стихотворение называется «газелью», так как иначе пришлось бы вообразить, что газель (с рогами и копытами) Хафиза выдаёт все его тайны скорбным гласом* (Евгения Пюрьбеева, 7 класс, 57 школа, Москва).

Дальше — слово знатокам поэзии Востока, которых оказалось немало среди участников конкурса.

Автором этого произведения является Хафиз, знаменитый певец красот Шираза. Для восточных авторов привычно указание авторства в своих произведениях. Так, в этом стихотворении об этом говорит строка «И вот безмолвствует теперь Хафиза стертое перо. . . » (Вероника Юрченко, 10 класс, школа «Интеллектуал», Москва).

И на жанр, и на автора есть указание в последних бейтах стихотворения. Имя автора в газели обычно указывалось именно в конце, так как это была своеобразная подпись поэта.

Хафиз (в русской традиции — Гафиз) — это не настоящее имя поэта, а прозвище, означающее «хранящий в памяти»; прозвище поэту дали потому, что он знал наизусть весь Коран в семнадцатилетнем возрасте. Он был из бедной семьи, учился некоторое время богословию, но образования не завершил и провёл жизнь в скитаниях по Персии. Широко известна история

любви Гафиза к гордой и богатой красавице Шахнабат. Рассказывают, что это была любовь, близкая к помешательству, как у Меджнуна, легендарного героя арабского предания.

Не менее известны и такие стихотворцы, как Руми, Джами, Саади, Омар Хайям. Джалаладдин Руми, больше известный как Руми, был не только поэтом, но и философом и богословом. Руми имел множество учеников и последователей. Однажды к нему пришёл человек, который назвался Шамсом из Тебриза. Он стал его любимым учеником. И вот ученики Руми, в том числе сын поэта, вступили в заговор против Шамса и убили «пришельца из Тебриза». Руми очень горевал и написал так называемый «Диван Шамса Тебризского» — сборник стихов, где воспевает погибшего друга. (Анастасия Гарейшина, 11 класс, школа № 1206, Москва.)

Бабур — основатель империи Великих Моголов писал и прозу и стихи. Интересно, с исторической точки зрения, его произведение Бабур-Наме, в котором он рассказывает свою биографию. А у него, потомка самого великого Тимура (Тамерлана), она довольно насыщенная. Бабур отличился и как поэт. Причём его стихи тесно связаны с Бабур-Наме. Приведу пример, возможно не совсем точный пример, из его рубаи.

. . . Но кто читал Бабур-Наме,
Поймёт, сколько невзгод
И сколько горя перенёс
царь и поэт Бабур.

Другой удивительный поэт Востока — Омар Хайям. Его стихи очень смелы. Например, у него, у мусульманина, есть стихотворение, в котором он рассказывает, что ходит в мечеть только за новой циновкой. В своих стихах он прославляет вино и женщин: «Жизнь — мгновение! / Вино от печали — бальзам!» Зато какие у него встречаешь серьёзные мысли: «Не завидуй тому, кто силён и богат, / За рассветом всегда наступает закат». . . или «Увидав черепки — не топчи черепка, / Помни — это бывших людей черепа! / Чаши лепят из них, а потом разбивают. . . / Помни, смертный, — придёт и твоя череда!» (Татьяна Авдеева, 8 класс, школа 548, Москва.)

В средних веках на Востоке был распространён такой жанр, как рубаи. Рубаи — это короткое стихотворение (4 строчки), чаще всего о любви. Великий философ, математик и поэт Омар Хайям впервые предложил писать не только любовные, но и философские рубаи. Жил Омар Хайям в XI веке, на своей родине почти не был известен как поэт, скорее как математик и астроном. Зато когда в XIX веке «Рубайят» Хайяма был переведён на английский, это произведение произвело фурор во всей просвещённой Европе. (Мария Некрасова, 11 класс, гимназия № 2, г. Брянск).

Джами(XV) родился в местечке около города Джам (его псевдоним означает «из Джама»). Он получил великолепное образование, был учёным, поэтом и выдающимся государственным деятелем. Джами считали своим учителем, наставником лучшие поэты Востока, например его современник Алишер Навои. День рождения и день смерти Джами до сих пор являются праздниками в его родном городе. Джами известен своими газелями и поэмами,

в числе которых «Юсуф и Зулейка». (Мария Руднева, 10 класс, школа № 192, Москва.)

Газель — традиционный и самый распространённый персидский, а позднее тюркский и таджикский жанр. Это стихотворение, преимущественно лирическое, состоящее из двустиший, которые связаны между собой рифмой. Рифма обязательна в каждом втором стихе и проходит через всё произведение. Иногда вслед за рифмой идет редиф — слово, выполняющее роль припева. (Елена Ерзунова, 11 класс, гимназия № 2, г. Саров.) *Газель обычно рифмуется по схеме: аа, ба, ва...* (Павел Говоров, 10 класс, лицей № 1, г. Брянск.) *После рифмы может быть рефрен (его называют «всадник»). Хайям: «Словно птицы небесного рая — любовь, // Словно солнце горит, не сгорая, — любовь...»* (Анастасия Гарейшина.)

Поэзия Востока всегда сильно влияла на европейскую. Многие поэты писали подражания, например, Пушкин — «Подражание Корану», заимствовали сюжеты восточных лиро-эпических произведений, учились тому, как можно воспеть красоту (у поэтов арабского Востока) и лаконичному, ёмкому, но необычному описанию привычных вещей (у поэтов Японии). (Мария Руднева.) *Может быть, именно газели повлияли на необычное построение стихотворения Лермонтова, где каждая строфа заканчивается одним и тем же стихом: «Люблю я Кавказ!»* (Павел Говоров, 10 класс, лицей № 1, г. Брянск).

В «Персидских стихах» Есенина (который в Персии, как ни странно, не был), такая же символика цветов и предметов, сходны рифмы и строфика и, конечно же, главная тема — любовь. Оформление этих стихов — пример перекочёвывания восточной поэзии в русскую. (Полина Богачёва, 11 класс, СУНЦ МГУ, Москва.) *Поэзия Востока всегда производила очень большое впечатление и на русских, и на европейских поэтов. В качестве примера можно привести «Западно-восточный диван» Гёте, «На мотив Зенд-Авесты» Бальмонта, бальмонтовский же перевод Зенд-Авесты, цикл газелл Михаила Кузмина (в том числе известнейшее стихотворение с рефреном «Пой, соловей!»), стихотворения и переводы из Руми польского поэта Тадеуша Мициньского.* (Анастасия Гарейшина.)

Как пример я хочу привести замечательную поэму М. Лермонтова «Мцыри». Хотя рассказывается в ней про Кавказ, мы будто бы слышим прекрасные голоса восточных девушек, поющих на непонятном языке, и звон острых сабель, смешанный с топотом горячих восточных скакунов, и строгие глаза столетних стариков, неспешно рассказывающих о временах, когда красивые и страстные люди жили в слиянии с природой. (Ольга Федотова.)

Многие писатели воспитывались на сказках восточных народов. Да и кто из нас не читал увлекательные сказки из сборника «Тысяча и одна ночь»? Мы можем видеть восточные мотивы в сказках Пушкина. (Елена Ерзунова.)

Восток очень сильно повлиял на русскую литературу. Взять хотя бы пушкинское произведение «Руслан и Людмила», где перед нами предстает Черномор с его райскими садами и прекрасным дворцом. «Бахчисарайский фонтан» вообще повествует о жизни в гареме. В сказках Пушкина тоже много восточного: Шемаханская царица, царь Салтан... Ещё я хотела бы

упомянуть сказку, написанную Лермонтовым, — «Ашик-Кериб». (Ольга Луговская, 11 класс, центр образования № 1434, Москва.)

Пушкин подражал Саади (стилизация со строчками «Мы точь-в-точь двойной орешек // Под единой скорлупой»). Известны его слова «Иных уж нет, а те далече, / Как Сади некогда сказал». Вознесенский ссылается на Гафиза в стихотворении, ставшем песней в рок-опере «Юнона и Авось»: «Даже если на землю вернёмся // Мы вторично, согласно Гафизу, // Мы, конечно, с тобой разминёмся, // Я тебя никогда не увижу». (Елена Лучина.)

И, наконец, газели, сочинённые участниками конкурса.

1. Смотрю на мир через окно.
   Нет света там, поверь!

   Стою я на краю земли,
   Смотрю на мир сквозь дверь.

   Я села носом корабля
   На собственную мель.

   И нету в жизни ничего,
   Лишь белая метель.

   Зачем так смотришь на меня?
   Сам подойди, проверь!

   И ты задумался теперь
   Над жизнию своей!

   (Полина Камнева, 7 класс, школа № 199, Москва.)

2. Растёт на поле сто цветов,
   Они горят немым огнём.

   Не знаю я, когда придёшь,
   Не знаю, встретимся ль потом.

   Наверно, где-то вдалеке
   Откроется тебе мой дом.

   Ну, а пока прощай навек,
   Живи, не будь слепым кротом.

   Смотри на мир, веселым будь,
   Виляй от счастия хвостом.

   (Александра Комиссарова, 7 класс, школа № 199, Москва.)

3. Я верю, ты придешь, тебя увижу я,
   В ночной холодной мгле, как раз после дождя.

Обнимешь ты меня — я слабо улыбнусь,
Побудем вместе мы — покинешь ты меня.

Жестокая судьба, я мал еще пока,
Но, думаю, тебя прощу я, как всегда.

А ты придешь в ночи к чужому — не ко мне,
И плакать буду я — о маме и себе.

(Даулет Жанайдаров, 10 класс, школа «Интеллектуал», Москва.)

4. Скрываясь меж скалистых гор, я долго плакал в тишине,
И у пустыни вопрошал, за что такое горе мне.

Суха пустыня, холодна, нет дуновенья ветерка,
Ну, а моя душа горит, средь холода горит в огне.

Когда узнал, что ты ушла, хотел я море отыскать,
Чтобы уйти навек от боли в сверкающей морской волне.

Мне вспомнился последний день и пряный аромат цветов,
Как ты рукой взмахнула — и с улыбкой спряталась в окне.

О, я хочу найти волну, чтоб смертью успокоить боль,
Но я в пустыне и могу лишь плакать о своей судьбе.

(Яна Матвеева, 10 класс, центр образования № 654, Москва.)

5. Как пальмовые листья в тень и тишь слетают на песок,
И остаётся ствол стоять нежив, недвижим, одинок,

Так исчезают из очей твоих, бездонных как моря,
Воспоминанья обо мне — и ты становишься далёк.

И кто же может осудить, коль мудрецу милее жизнь, —
Путь под ногами, долгий путь и странствий лёгкий ветерок.

А дева что? К чему она? Мир может отразить в глазах,
Но одиночества вдвоём не превозмочь ей. Разве мог

Ты оставаться и смотреть, пить воду с моего лица,
Когда вокруг безбрежен свет. И пряно пахнущий росток

Не хуже джинна заковал твоё сознание. И вот,
Вчера осталась я одна средь жемчугов и паволок.

Я не виню тебя, о нет. Поняв тебя, не жду назад,
И вижу смерть свою: тоска меня засушит, как цветок.

(Виктория Данилова, 11 класс, школа №57, Москва.)

6. Кувшин — вместилище всего: порока, чистоты,
Но образ древней красоты нечасто встретишь ты.

Никто не будет полагать, что на земле лежат
Нетленными, как небеса, увядшие листы.

Едва ли кто-то скажет мне, что атом неделим
И что молекулы солей строением просты.

Чекан ещё узор творил, и с чернью зернь блестит,
На горлышке и на боках цветут давно цветы.

Служил когда-то для вина, а ныне он с водой,
Стоит солидно на ковре — меж эрами мосты.

Но высохло цветенье роз — в кувшине пользы нет.
Практичность и полезность все ж почётны и чисты.

(Анастасия Гарейшина, 11 класс, школа № 1206, Москва.)

3. «Ласточки пропали. . . » — стихотворение А. Фета, «Перед дождём» — Н. Некрасова.

Многие участники конкурса красиво и точно сформулировали, чем похожи рассматриваемые стихотворения.

Темы обоих стихотворений схожи. Неприглядная осенняя погода, дождливая, навевающая тоску, создаёт общее настроение и определяет их одинаковый мрачноватый колорит. Ключевые слова — ветер (у Некрасова заунывный, у Фета — злой); сухой лист, грачи, галки и вороны, журавли создают наглядную картину, графическое оформление стихотворений. Звуковой фон — стоны и шёпот, стук ветра, шорох листа и крики птиц. И даже конечная безысходность и опустошённость — в одном и другом стихотворениях. Одинаково количество строф, схожи эпитеты и олицетворения, природа не только оживает, но принимает реальные зловещие черты. (Полина Богачева.) *Стихотворения одинаково движутся: в обоих сначала взгляд обращается в небо («А вчера с зарёй // Всё грачи летали / Да как сеть мелькали // Вон над той горой» — «Заунывный ветер гонит / Стаю туч на край небес»); затем опускается ниже — вторая строфа в обоих стихотворениях описывает падающие листья и холодный ветер. Затем снова вверх («Журавли летят» — «С криком в воздухе кружится // Стая галок и ворон»). Последняя строфа — взгляд вперёд и, скорее всего, вдаль: лирический герой одного стихотворения смотрит на поле, другой — на проезжую таратайку.* (Мария Шапиро, 11 класс, 57 школа, Москва). *Иногда начинает казаться, что они видят одну и ту же картину: «лист сухой валится» — «за листком летит листок», «на дворе темно» — «полумрак на всё ложится», «ночью ветер злится» — «заунывный ветер гонит». Да, образы, казалось бы, одни и те же, но герои видят их по-разному.* (Павел Говоров, 10 класс, лицей № 1, г. Брянск.)

Но, наверное, ещё интереснее различия. Юные авторы справедливо увидели разницу прежде всего в движении настроения. Другое отмеченное многими различие — в том, что стихи Фета кажутся более субъективными, чем некрасовские.

Главное различие состоит в том, что стихотворение Некрасова более взрослое и мрачное, чем стихотворение Фета.

Фет открыто говорит нам о своих чувствах — грусти, отчаянии, душевной тяжести — и мы соглашаемся с ним, но, созерцая его печаль, не испытываем столь же сильных чувств. Некрасов же сразу рисует унылую, холодную картину — заунывный ветер, надломленную ель, крик воронья, бессердечный голос жандарма. Сам же автор прячется, скрывается, одновременно как бы подталкивая нас к тому, что он хотел показать. (Ольга Федотова, 8 класс, центр образования № 654, Москва.)

Фет: описание природы, одноминутные, мгновенные впечатления: «Смотришь — через поле. . . » Главная тема — человек наедине с природой, взаимоотношения личных человеческих переживаний и состояния мира в этот момент. Некрасов: язык жёстче, немного грубее, резче. Описывается все та же природа, но со стороны, нет отношения автора к происходящему. Появляются другие персонажи (ямщик и жандарм), чего у Фета быть не может, т. к. пропадёт личное, индивидуальное единение с природой. (Вера Байковская.)

У Некрасова стихотворение живое, даже если начало грустноватое, скучное, использованы слова «заунывный», «надломленная», «стонет», «глухо» и «тёмный», то ко второму четверостишию оно начинает меняться, еле заметно, но уже проглядываются слова «пёстрый» и «рябой». Это четверостишие заканчивается оксюмороном «сухой струёй» и набором довольно «прохладных» прилагательных и существительных. Дальше стихотворение только разовьётся в «прохладную», «тёмную» сторону. «Полумрак на всё ложится», «со всех сторон» в воздухе кружатся только крикливые сороки, галки да вороны, и только в последнем четверостишии появляется слабый всплеск эмоций — это крик жандарма ямщику.

В стихотворении Фета в 1-м пятистишии идут воспоминания, автору грустно без ласточек, грачей и солнечных дней. (Екатерина Нестерова, 7 класс, гимназия № 1564, Москва).

В 3-й строфе у Фета появляется надежда: «Лучше б снег да вьюгу / Встретить грудью рад!» Но заканчивается оно антитезой к этим строкам, и от этого безысходность в нём страшнее, чем в некрасовском. (Полина Богачева.)

Чувство безысходности создаёт глагол «кружится», будто бессмысленно метаться по кругу, не находя выхода. Автор первого стихотворения использует метонимию: «лист сухой валится». Лирическому герою тяжело сознавать, что от жизнерадостной яркой зелени деревьев остался только ворох мёртвых листьев. Лирический герой второго стихотворения также видит осенние листья, но они вызывают у него ощущение не только грусти, но и красоты: «На ручей, рябой и пёстрый, // За листком летит листок. . . » Противоречивость душевного состояния героя подчёркнута аллитерацией: повторением Р и мягкого Л. (Лилия Айрапетян.)

Некрасов узнаётся очень легко — только у него, никак уж не у Фета, пейзаж может закончиться упоминанием жандарма с нагайкой.

Но при этом у Фета есть лирический герой, наблюдающий природу, испытывающий грусть из-за прихода осени, т. е. человек наедине с природой — и больше ничего. Почти все действие стихотворения происходит над землёй: «ласточки пропали» (т. е. пропали в небе), «грачи летали // да как сеть мелькали // вон над той горой», «лист сухой валится» (это тоже движение сверху вниз), «ночью ветер злится», «журавли летят», «перекати-поле // прыгает как мяч». Из-за такого обилия движения возникает чувство быстрых перемен — и действительно, ведь стихотворение о приходе осени, причём сначала есть напоминание о лете («ласточки пропали» — значит, были), а затем — желание зимы: «Лучше б снег да вьюгу // встретить грудью рад», т. е. есть начальная и конечная точки этого движения. Лирическому герою «тяжело — хоть плачь!» — и эта грусть передаётся всему видимому: журавли летят «словно как с испугу», «ветер злится». Всё куда-то быстро уходит, а герой как будто остаётся на месте и провожает, смотрит вслед — «с вечера всё спится», но если даже «выйдешь» — увидишь прыгающее прочь перекати-поле (и это ведь тоже — примета осени). И хочется, чтобы уже скорее кончился этот переход: «Лучше б снег да вьюгу. . . » — т. е. стабильное состояние, зиму.

Стихотворение Некрасова с самого начала настраивает на другое — своим названием «Перед дождём». «Перед дождём» — значит, не процесс, не движение времени, но зарисовка конкретного момента. Действительно, пейзаж Некрасова более образный, заставляет нарисовать вполне определённую картинку: «ель надломленная стонет», «на ручей, рябой и пёстрый, // за листком летит листок», не просто холодает или «ветер злится» — а «струёй сухой и острой набегает холодок». Нет лирического героя, оценивающего происходящее — есть беспристрастный наблюдатель, который видит к тому же не только природу и, очевидно, интересуется не столько ею, сколько сценкой, происходящей на ее фоне: «И пошёл!» — привстав с нагайкой, // ямщику жандарм кричит. . . » Сценка поставлена в сильное место — последнее четверостишие стихотворения. В принципе, пейзажи в стихотворениях Некрасова никогда не встречаются сами по себе, но всегда связаны с размышлениями о народе и каких-либо социальных проблемах. (Виктория Данилова.)

Некрасов вводит в стихотворение просторечные выражения («таратайкой», «перед»), сближая поэзию с простым народным языком. Некрасов таким образом пытается найти и воссоздать поэзию в непоэтичную эпоху, поэтично описать «непоэтичный» «материал» («стая галок», «ямщику жандарм кричит»). (Антон Скулачёв, 11 класс, гимназия № 1514, Москва.)

В первом стихотворении гораздо больше образов и сравнений («как сеть мелькали», «словно как с испугу», «прыгает, как мяч»). Скорее всего, это связано с тем, что всё описанное в стихотворении мы видим глазами лирического героя. Перед нами субъективная картина. Поэтому и больше эмоциональная наполненность . . . Это лирический герой сравнивает стаю грачей с сетью, это он видит гору, благодаря ему возникают олицетворения вроде «ветер злится»; «с вечера всё спится» — тоже его ощущения, и в его окно

стучит ветер. Получается, что в целом стихотворение посвящено человеку, его чувствам и ожиданиям, а природа показана через его восприятие. Это позволяет предположить, что стихотворение принадлежит Фету, в лирике которого на первом месте стоит впечатление — оно чаще всего и является предметом изображения.

В стихотворении «Перед дождём» картина в высшей степени объективна. Правда, здесь есть некоторые олицетворения (ель стонет, лес шепчет), но они, как и эпитеты (тёмный лес), воспринимаются как постоянные. (Мария Шапиро).

Участники конкурса не ограничились передачей впечатлений, в их работах есть серьёзные наблюдения и над лексикой, и над синтаксисом, и над ритмикой и строфической организацией стихотворений.

В стихотворении Фета первая и вторая строфы отличаются относительно ровной и спокойной интонацией, отсутствуют восклицательные предложения и резкие синтаксические переносы (анжабеманы). Во второй части мы сталкиваемся с резкими анжабеманами («Словно как с испугу // Раскричавшись. . . »; «Выйдешь — поневоле // Тяжело. . . »; «Перекати-поле // Прыгает, как мяч»). Всё это — в совокупности с использованием синтаксического параллелизма («Выйдешь. . . », «Смотришь. . . », а также повтора, нарочитость которого подчёркнута и усилена рифмой («поле» — «перекати-поле», делает концовку исключительно выразительной. В образе перекати-поля воплощено переживание жизни как бесконечного и бесцельного блуждания по земле. Перекати-поле, как и лист, — это мёртвые подобия птиц. Свободному, стремительному полёту, символом которого является слово «ласточки», противопоставляется пародия полета: «прыгает, как мяч». За образами снега и вьюги встаёт образ погибели, смерти: жизнь кажется неволей, принуждением, освобождение от которого чается в смерти, причём смерти добровольной. (Елена Ерзунова.)

Стихотворения написаны одним размером — хореем, а строфическая организация у них разная: четверостишия у Некрасова и пятистишия у Фета. У Фета само звучание более музыкально: «через поле // перекати-поле // прыгает как мяч» — аллитерация, обилие П создаёт ощущение прыгающего мяча. (Виктория Данилова.)

В основном использованы простые глагольные рифмы, однако заметно, что в первом интереснее строфика — строфа содержит 5 строк, что создаёт необычное звучание. Мы ожидаем перекрёстной рифмы, кажется, что окончание четвёртой строфы совпадет со второй, и каждый раз этого не происходит. Можно предположить, что таким образом передано напряжённое ожидание зимы, которая никак не наступает («Лучше б снег да вьюгу встретить грудью рад. . . ») — через создание этого напряжения у читателя. (Мария Шапиро.)

Жёсткий, почти маршевый некрасовский хорей, чёткие правильные строфы — и фетовский смешанный, сложный размер, со спондеями и нарушениями ритма. (Вера Байковская.)

Художественное пространство стихотворения Некрасова, несмотря на его законченность и цельность, открыто — в сердце читателя, в огромное

пространство огромной страны, в перспективу судеб жандарма и ямщика, что выражено многоточием, венчающим стихотворение.

Стихотворение Фета «заражает» читателя своим настроением — и также оставляет перспективу, несмотря на, казалось бы, чёткую и законченную обрисовку чувств лирического героя, — музыкальную перспективу в его сердце. (Антон Скулачёв.)

4. Были участники конкурса, определившие, персонажам из каких произведений принадлежат три приведенных реплики.

1. Эту фразу говорит Сергей из произведения Николая Лескова «Леди Макбет Мценского уезда» Катерине Львовне, которая изменяет с ним мужу.

2. Фраза Мити из пьесы Островского «Бедность не порок». Он жалуется на бедную жизнь, на то, что его обижает Гордей Карпыч Торцов, у которого Митя работает. Митя влюбился в дочь Гордея Карпыча Любовь. Она очень милая, умная и добрая, в отличие от отца. К счастью, к концу произведения Гордей Карпыч разрешает молодым влюблённым пожениться.

3. Фраза Епиходова из произведения Чехова «Вишнёвый сад». Епиходов — неудачник, он вечно что-нибудь ломает. Персонаж весьма комичный. Все над ним смеются, и он давно к этому привык. Все персонажи небогаты.

Сергей говорит о своей любви много, красиво. Митя же просто говорит, что любит Любовь Гордеевну. И мы верим ему, потому что он говорит об этом честно, открыто. Он не пытается строить каких-то красивых фраз, как делал это Сергей. Сергей сравнивает с себя с другими, говорит, что он лучше их. Его слова настораживают.

Реплика «Песня поётся: «Без милого дружка. . . » принадлежит, бесспорно, Сергею. Опять мы видим красивую «шаблонную фразу». Опять Сергей говорит о своей боли, как и в первой реплике. (Ольга Луговская.)

Речь всех трёх персонажей представляет собой монологи-рассуждения о своей любви, точнее, о невозможности своей любви. Различие же заключается в разных причинах невозможности этой самой любви. В произведении Лескова Сергей говорит о невозможности своей любви из-за того, что любовь эта порочна, не скреплена узами брака и не может быть ими скреплена, так как Катерина Львовна имеет мужа. В «Вишнёвом саде» Епиходов просто видит, что Дуняша его не любит, что почитает его не больше, чем «насекомое какое», он сам сознаёт свою ничтожность, что за ним только одни несчастья. А в пьесе Островского «Бедность не порок» Митя говорит о своём горе, так как любовь его невозможна из-за разного социального положения его и полюбившейся ему Любови Гордеевны.

Я считаю, что эти слова принадлежат Сергею из произведения Лескова «Леди Макбет Мценского уезда», потому что Сергей — единственный из всех трёх героев, кто на самом-то деле не любил того человека, которому произносил эти слова. Для Сергея песни — мелкая разменная монета, которой он привычно пользуется в корыстных целях, для Катерины Львовны — выражение тайных, неосознанных влечений. (Елена Ерзунова.)

Но и те, кто не узнал героев и произведения, могли выполнить задания, сделав наблюдения над особенностями речи — лексикой, построением фраз — и предположив, какие ситуации и характеры стоят за произнесенными словами.

Первые два персонажа говорят схоже. У них общая тема — любовь, которая приносит героям лишь страдания и мучение. Речи персонажей очень эмоциональны: они восклицают, умалчивают, спрашивают — и через это проглядываются их переживания. Можно заметить и ещё одно важное сходство: употребление слов просторечных, что может говорить о равном, но невысоком статусе героев («жалованье», «брань», «бедность», «что я за человек при вас есть?») (Стелла Михайлова, 10 класс, школа «Интеллектуал», Москва).

Речи персонажей похожи тем, что в них присутствует комический эффект из-за того, что слова, присущие высокому стилю, соседствуют с просторечиями. Все герои, по-видимому, не занимают высокого социального положения и, наверно, не обладают выдающимися качествами характера, но любовь их изменяет, они считают, что о ней нужно говорить какими-то особенными, нехарактерными для их привычной речи словами.

Приведённая реплика принадлежит первому персонажу, потому что в ней говорится о любви к той, к кому обращается персонаж, причём о чувстве говорится открыто; к тому же такое обилие вставных конструкций есть только в первом тексте. (Вера Кичанова, 11 класс, гимназия № 1551, Москва).

В последней речи нет простонародных слов и выражений, но видно, что говорящий только претендует на красноречие, на деле громоздя друг на друга неуместные и часто противоречащие друг другу слова и речевые обороты. (Татьяна Пирусская, 10 класс, школа «УНА», Москва).

В первом отрывке сразу видно, что герой обращается непосредственно к своей возлюбленной, и в неизвестном отрывке герой убеждает, уверяет кого-то в силе своей любви. Герой 3, по моему мнению, не мог произнести этот отрывок признания, так как в его собственных словах сильнее слышится чувство собственного достоинства. Герой же 1, как и герой отрывка, прямо-таки стелется по земле для того, чтобы угодить, убедить возлюбленную в искренности своих чувств. (Ольга Федотова.)

Реплика принадлежит № 1: стилистическое единство, фольклорные формулы («чёрною змеёю сосет мое сердце», «вырезал булатным ножом из моей груди и бросил бы к вашим ножкам»), обращение к своей возлюбленной — это не № 3, т. к. не совпадает по стилю (несравнимо меньше вводных слов) и не № 2, т. к. там нет обращения (не говоря уже о стиле). Вводные слова одни и те же: «доложу вам», «так скажу», «могу сказать». Певучая интонация, одна тема — не о проблемах с деньгами, не о несчастьях, а о своей «чёрной змее» — «любви» — «тоске». Сочетание просторечного «видючи» со своеобразным высоким стилем (фольклорными формулами).

Речь Мити тоже полна вводными словами и просторечными формами (тужить, взойдут, попрекает), но у него нет такой фольклорной певучести, даже песня иная, стилистически ему современная: «любить друга можно, нельзя позабыть». (Виктория Данилова.)

Первая и вторая речь насыщены простонародной, устаревшей лексикой, архаичными оборотами «видючи», «знамши», речи инверсированы, что ещё больше роднит их с народным слогом; в первой встречаются постоянные эпитеты («белые ручки», «чёрною змеёю»), а во втором — цитата из народной песенки. Но во второй отсутствуют «слова-паразиты», которые есть в первой («так скажу»), а уж особенно в третьей. Нагромождение их в последней делает речь героя даже комической. А неизвестную реплику я бы отнесла к первому персонажу из-за постоянных эпитетов, которыми отличается только его речь («булатный нож»), он обращается к предмету любви (вариант 2 отпадает); воспевание ножек наводит на мысль о соотнесении их с белыми ручками. (Полина Богачева.)

Примечание. В тексте задания № 1, выданном на турнире, было ошибочно указано отчество *Александровна* вместо верного *Фёдоровна*. Приносим участникам турнира извинения за допущенную ошибку.

КОНКУРС ПО ИСТОРИИ

Вопросы и задания

Все задания адресованы школьникам всех классов: каждый может выбрать те, которые ему по вкусу и по силам; достаточно выполнить хорошо (не обязательно полностью) **2 задания** из первых одиннадцати или верно указать хотя бы **10 ошибок** в заданиях 12 или 13 (нужно составить список указанных в текстах событий (фактов), которые на самом деле происходили или **не тогда**, или **не там**, или **не так**, и объяснить, как, где и с кем они происходили — или почему их вообще не могло быть).

1. Что Вы знаете о происхождении и смысле Вашего имени? В каком языке оно возникло, и когда? Когда и как попало в ваш родной язык? (Если вы ответили на этот вопрос, пожалуйста, укажите полное имя и название языка.)

2. Какие важные события происходили в Италии и в Китае при жизни Александра Македонского? Кого Вы знаете из участников этих событий? Кого из них Александр охотно принял бы к себе на службу?

3. Постройте цепочку из общих знакомых между Ломоносовым и Лобачевским.

4. Кто из учёных 20 века более всего похож на Эйлера? Какими открытиями знаменит этот человек? В чём Вы видите сходство этих двух учёных?

5. Сто лет назад родился Иван Антонович Ефремов. Какие его научные открытия и прогнозы Вам известны? В какие века жили герои его художественных книг? Какие отдалённые районы Земли и Космоса они исследовали?

6. 50 лет назад взлетел первый искусственный спутник Земли. Назовите имена тех учёных и конструкторов, которые имели прямое отношение к его запуску. Каков был вклад каждого из них в общее дело? Почему никто из них не был отмечен Нобелевской премией?

7. 25 лет назад российские альпинисты впервые поднялись на Эверест. Почему это не случилось раньше? Кого из покорителей Эвереста Вы знаете по именам? Каковы их дальнейшие судьбы?

8. Первый российский востоковед написал книгу: «История первых четырёх ханов из дома Чингизова». Как звали автора этой книги? Как звали этих ханов? Где и когда они правили? Кто из них бывал на Руси? Кого из них посещали известные Вам русские или западноевропейские путешественники?

9. Сан Антонио, Сан Габриэл, Санта Мария, Сантиссима Тринидад, Виктория, Голден Хайнд, Наутилус. Чем замечательны эти имена в истории мореплавания? Каких имён, по-вашему, не хватает в этом списке? Или какие имена — лишние?

10. Завтра (1 октября 2007 г.) — день рождения Льва Николаевича Гумилёва. Сколько лет ему исполнится? Какие его книги Вы читали? Какие его научные открытия Вам известны?

11. Сто лет назад Эйнар Герцшпрунг открыл свою знаменитую звёздную диаграмму и предложил красивую гипотезу о звёздной эволюции. В чём состояла эта гипотеза? Какому исправлению она подверглась в середине 20 века? Какие новые открытия и изобретения были при этом использованы?

12. Найдите исторические ошибки в тексте.

Наследники Большого Гнезда

Ранним октябрьским утром в стольный город Владимир пришла злая весть: братья великого князя Константина восстали на него мятежом! Видно, прослышали Юрий и Святослав о том, как прошлым летом в Английской земле чернь и бароны, сговорясь, свергли и убили доброго короля Иоанна. Папа же в Риме одобрил это злодеяние — ибо Иоанн пребывал под отлучением от церкви за убийство Фомы Бекета... Неужели Русскую землю ждёт такая же усобица — сейчас, когда земля едва залечила раны от нашествия нечестивых татар? Киев лежит в руинах; Чернигов едва уцелел, благодаря помощи суздальских войск. Того и гляди, опять нагрянут непобеждённые враги — и быть Владимиру сожжену и пусту! Как позволил епископ Нижегородский князьям Юрию и Святославу посягнуть на владимирский престол? От кого теперь ждать помощи помазаннику Божьему — Константину Андреевичу, старшему птенцу Большого Гнезда всея Руси?

Суздальцы рядом — но их мало. Ростов Великий сильнее — но простит ли он своего законного князя, перенёсшего трон во Владимир — по воле отца своего? Рязань давно обособилась от великого княжения Владимирского. Смоленск нынче тоже тянет к Литве. Один Великий Новгород твёрдо стоит на северной границе Руси, отражая шведов и немцев. Но там правит князь Александр — сын мятежного Святослава. Разве станет он помогать дяде против отца? Только вече новгородское может одолеть волю своего князя; но чего потребуют мужики-вечники от чужого им владимирского князя за помощь в час нужды? Однако нужно не медля слать послов в Новгород, и в Царьград тоже! Авось, патриарх Кирилл ударит анафемой по князьям-ослушникам! Но войны всё равно не избежать...

Два месяца спустя на берегу реки Липицы — возле Ждан-горы и Нежатиной нивы — великокняжеская рать столкнулась с войсками младших братьев Константина. Это был Божий суд: орудием Божьей кары стали храбрые новгородские мужики. Не зря торговались их посадники — братья Климовичи — с послами великого князя! Константин уступил их небывалому требованию: пожаловать новгородцам такую же Хартию Вольностей, какую английские бароны вынудили у своего короля два года назад. Англии от этого хуже не стало; авось, и Руси хуже не будет!

Вдохновлённая этим политическим успехом, новгородская рать обрушилась на войско мятежников с такой яростью, что князь Святослав бежал, бросив даже свой шлем в кусты. Его сын Александр предпочёл не ссориться с новгородцами — и уехал в родной Переяслав Хмельницкий, пообещав вернуться в случае очередного набега Литвы или орденских рыцарей. Умный князь растёт в Новгородской земле... Не назначить ли Константину племянника своим наместником в дружественном Новгороде? А потом — и наследником Владимирского трона? Пусть юный воевода смолоду привыкает к диалогу с посадниками и вечевыми трибунами!

Авось, общая сила новгородцев и владимирцев сумеет отразить новое нашествие татар! Быть может, жёсткий отпор убедит степных язычников принять святое крещение? Трудно думать об этом; но пока человек жив, он надеется.

13. Найдите исторические ошибки в тексте.

Академик Эйлер

30 апреля 1767 года четырежды академик Леопольд Эйлер принимал поздравления к своему юбилею. 60 лет назад он родился в маленьком альпийском кантоне Цюрих. 40 лет назад он впервые прибыл в Москву со своим старшим другом — Якобом Бернулли. 20 лет назад он покинул Россию — ради затянувшегося визита в Европу. Всего год назад Эйлер окончательно вернулся с берегов Сены на берега Невы...

Старый друг Михайло Ломоносов сочинил по такому поводу очередную оду. Далась же ему поэзия — в отличие от юбиляра, который не может срифмовать две строки! Это обстоятельство помешало Эйлеру задержаться в Берлине — на посту президента местной Академии Наук, основанной ещё Лейбницем — научным «дедом» Эйлера. Прусский король Фридрих 1 считает, что его президент обязан публично хвалить стихотворчество монарха; но славному математику это занятие — поперёк горла. Вот и лишился чванный пруссак лучшего математика Европы!

Друг Эйлера — маркиз Мопертюи тоже покинул Берлин, вернулся в родной Париж. Зато молодой парижанин Лагранж согласился стать придворным математиком в Берлине. Дай Бог удачи этому юноше! Он уже превзошёл достижения Эйлера в аналитической механике, основанные на Принципе Наименьшего Действия. Он же первый доказал иррациональность эйлеровой константы «e». Быть может, Лагранжу подчинится и древнее число π? Сам Эйлер сумел найти его удачное приближение: 355/113.

Если бы удалось узнать хоть сотню десятичных знаков π — это помогло бы понять распределение простых чисел в натуральном ряду. Например, узнать: много ли существует простых «близнецов»? Какие из них представимы суммой двух квадратов? Для каких простых чисел верна последняя теорема Ферма?

Но в данный момент Эйлер увлечён другой тайной. Хитроумный Ломоносов усомнился в точности Принципа Наименьшего Действия. Ведь он проверен только в механике, где тела и системы не претерпевают необратимых изменений! А если они изменяются, развиваясь — как распускается цветок? Или как учёный делает очередное открытие? В такие моменты изменяется симметрия системы! Это заметил ещё Ньютон — но он не сумел облечь свою догадку в математическую форму. Кому удастся перешагнуть сей барьер — и когда?

Это неведомо даже Эйлеру. Хотя неугомонный парижский журналист Дидро просит у него всё новых статей в свою Энциклопедию. Всё ему объясни: отчего Луна покачивается? Почему пружину в часах нужно делать в форме архимедовой спирали? Отчего вокруг Южного полюса лежит материк, а на севере ничего такого нет? И наконец: почему в Природе нет места для Бога?

А вот с этой гипотезой Эйлер не согласен! Ведь Бог — источник всех природных чудес. Если бы их не было — учёным людям стало бы нечего делать! Но работы им хватает — чем дальше, тем больше... Быть может, Бог — особый Человек, чья жизнь соответствует траектории Максимального (а не Минимального) Действия? Учёные мужи и герои лишь изредка (в минуты вдохновения) живут в таком режиме — и не могут забыть об этом счастье всю жизнь. Вот роскошная догадка! Не Бог ли внушил её Эйлеру в день его рождения? Жаль, что академик пока не может придать этой гипотезе строгую форму! Интересно: кому и когда это удастся? Быть может, этот юноша уже родился где-то на Земле?

Эйлер был почти прав: в эти дни в Бремене появился на свет его научный наследник — Карл Гаусс.

Ответы, решения и комментарии к заданиям конкурса по истории

2. *Какие важные события происходили в Италии и в Китае при жизни Александра Македонского? Кого Вы знаете из участников этих событий? Кого из них Александр охотно принял бы к себе на службу?*

Италия в эпоху Александра была охвачена войнами между Римом и Самнием. Для покорения самнитов римлянам пришлось выиграть у них три войны и даровать побеждённым латинское гражданство. Александр сделал первые шаги к такому же уравнению в правах персов с греками и македонцами.

В Китае 356–323 годы отмечены укреплением западного княжества Цинь, где министр Шан Ян устроил жёсткую бюрократию и слежку за всем населением. Этот опыт царь Александр охотно заимствовал бы для устройства своей многонациональной империи.

3. *Постройте цепочку из общих знакомых между Ломоносовым и Лобачевским.*

Например, через царей: Ломоносов — Екатерина 2 — Александр 1 — Николай 1 — Лобачевский.

Построить цепочку из учёных труднее, но тоже можно. Например: Ломоносов — Эйлер — Лагранж — Коши — Гаусс — Бартельс — Лобачевский.

4. *Кто из учёных 20 века более всего похож на Эйлера? Какими открытиями знаменит этот человек? В чём Вы видите сходство этих двух учёных?*

Здесь самая подходящая кандидатура — А. Н. Колмогоров. Но можно назвать и его знаменитых учеников — И. М. Гельфанда и В. И. Арнольда.

Из иностранцев подходят французы Жан Пьер Серр и Александр Гротендик, американцы Джон Милнор и Стефан Смейл, британец Майкл Атья, Все они развивали и перестраивали те ветви математики, которые основал Эйлер.

5. *Сто лет назад родился Иван Антонович Ефремов. Какие его научные открытия и прогнозы Вам известны? В какие века жили герои его художественных книг? Какие отдалённые районы Земли и Космоса они исследовали?*

Важнейшие открытия Ефремова относятся к палеонтологии Мезозойской эры. Он открыл и исследовал фауну динозавров в Казахстане и в Монголии, описав монгольскую экспедицию (1946–1949) в книге «Дорога Ветров».

До войны Ефремов много путешествовал по Восточной Сибири. Это позволило ему дать геологический прогноз месторождения алмазов в Якутии в 1944 году — за 12 лет до открытия там первых алмазных трубок.

Герои «Туманности Андромеды» (экипажи «Паруса» и «Тантры») сначала ищут следы жизни на планетах вокруг звезды Веги (созвездие Лиры), а потом — на планетах вокруг звезды Ахернар в созвездии Эридана.

Герои повести «На краю Ойкумены» жили в 27 веке до н. э. (египтянин Баурджед) и около 10 века до н. э. (грек Пандион). Спутники Баурджеда спустились вдоль восточного берега Африки до уровня Мозамбика, а спутники Пандиона пересекли Африку вдоль экватора от нынешнего Судана до устья Конго или до Камеруна.

6. *50 лет назад взлетел первый искусственный спутник Земли. Назовите имена тех учёных и конструкторов, которые имели прямое отношение к его запуску. Каков был вклад каждого из них в общее дело? Почему никто из них не был отмечен Нобелевской премией?*

Сергей Павлович Королёв — лидер всей российской космической программы с 1945 по 1965 год. Валентин Петрович Глушко — главный конструктор ракетных двигателей для всех российских космических кораблей. Мстислав Всеволодович Келдыш — математик и аэродинамик, координатор всей вычислительной работы для космических исследований. Борис Викторович Раушенбах — создатель систем пространственной ориентации для космических кораблей. Можно назвать также Вернера фон Брауна — руководителя космической программы США. Его соперничество заставило Королёва и его сподвижников работать ускоренно и напряжённо — так что первый российский спутник взлетел уже 04.10.1957, опередив первый американский спутник на 3 месяца.

Нобелевский комитет обратился в Академию наук СССР в конце 1957 года с запросом: кого можно наградить за первый спутник Земли? Но советские бюрократы не решились «рассекретить» Королёва, Глушко или Келдыша, а Н. С. Хрущёв якобы заявил: «Это — подвиг всего советского народа, а не двух или трёх человек!»

7. *25 лет назад российские альпинисты впервые поднялись на Эверест. Почему это не случилось раньше? Кого из покорителей Эвереста Вы знаете по именам? Каковы их дальнейшие судьбы?*

Первая советская экспедиция на Эверест (с севера — из Китая) планировалась ещё в начале 1950-х годов. Но соперничество разных ведомств не позволило советским и китайским альпинистам опередить англо-непальскую экспедицию 1953 года (Джон Хант, Эдмунд Хиллари и Норгей Тенсинг). После этого советская пропаганда потеряла интерес к восхождениям в Гималаях — а заграничная самодеятельность альпинистов была в СССР под запретом. Только успехи китайцев на Эвересте и соперничество между СССР и КНР дали возможность 11 советским альпинистам (из России, Украины и Казахстана) покорить Эверест весной 1982 года.

Виднейшие участники этого восхождения: Владимир Балыбердин и Эдуард Мысловский, Сергей Бершов и Михаил Туркевич. Старейший из них — Мысловский сильно обморозился при восхождении и оставил активный альпинизм. Балыбердин и Туркевич, совершив ещё ряд блестящих восхождений, погибли от несчастных случаев: Балыбердин в автомобильной катастрофе, Туркевич под лавиной в Гималаях. Бершов продолжает активные восхождения.

Заслуживают нашей памяти руководитель экспедиции 1982 года — Е. И. Тамм (сын нобелевского лауреата по физике) и врач экспедиции С. П. Орловский.

Стоит вспомнить также британцев Мэлори и Ирвина: в 1924 году они, видимо, достигли вершины Эвереста, но пропали без вести при спуске.

8. *Первый российский востоковед написал книгу: «История первых четырёх ханов из дома Чингизова». Как звали автора этой книги? Как звали этих ханов? Где и когда они правили? Кто из них бывал на Руси? Кого из них посещали известные Вам русские или западноевропейские путешественники?*

Этот автор — Никита Яковлевич Бичурин (монах Иакинф; Санкт-Петербург, 1777–1853) был старшим современником Пушкина. Четыре прямых наследника Чингиз-хана во главе его империи — это Угэдэй (сын Чингиза), Гуюк (сын Угэдэя), Мэнгу (внук Чингиза, сын Толуя) и Хубилай (брат Мэнгу). Первые трое правили державой из Каракорума в Монголии (1227–1259). Хубилай перенёс столицу в Ханбалык (современный Пекин), где правил до 1294 года, обособившись как император Китая.

Ханов в Каракоруме посещали католики Плано Карпини (посол папы Иннокентия 4) и Рубрук (посол короля Людовика 9), а также русские князья: Ярослав Всеволодич и его сын Александр Невский. Хубилая в Пекине посетил и долго служил ему венецианец Марко Поло.

9. *Сан Антонио, Сан Габриэл, Санта Мария, Сантиссима Тринидад, Виктория, Голден Хайнд, Наутилус. Чем замечательны эти имена в истории*

мореплавания? Каких имён, по-вашему, не хватает в этом списке? Или какие имена — лишние?

«Сан Габриэл» — флагманский корабль Васко да Гамы, достигший Индии в 1498 году. «Санта Мария» — флагманское судно Христофора Колумба (1492 год). «Виктория» под командой Себастьяна Эль-Кано впервые обогнула земной шар в 1522 году (после гибели Магеллана на Филиппинских островах). «Голден Хайнд» (Золотая Лань) — судно Френсиса Дрейка, завершившего второе кругосветное плавание в 1578 году. «Наутилус» — вдохновлённое книгой Жюля Верна название американской атомной подводной лодки, которая впервые проплыла подо льдом до Северного Полюса в 1958 году.

В этом списке не хватает «Тринидада» — флагманского корабля Магеллана в плавании через Тихий океан. Необоснованно включён «Сан Антонио» — корабль из экспедиции Магеллана, вернувшийся назад с середины пути. Столь же незаслуженно включён «Сантиссима Тринидад» — флагманский корабль «Непобедимой Армады», безуспешно пытавшейся покорить Англию в 1588 году.

В этот список можно бы добавить имена судов Норденшельда и Амундсена («Вега» и «Йоа»), впервые обогнувших с севера Евразию (1879 год) и Америку (1906 год). Можно также назвать российский атомный ледокол «Арктика», впервые дошедший до Северного Полюса через льды (1977 год).

10. *Завтра (1 октября 2007 г.) — день рождения Льва Николаевича Гумилёва. Сколько лет ему исполнится? Какие его книги Вы читали? Какие его научные открытия Вам известны?*

Родился в Царском Селе 1 октября 1912 года (по новому стилю). Умер 15 июня 1992 года в Санкт-Петербурге.

Ввёл в этнографию новое понятие «пассионарность» (соответствующее действию в физике) и с его помощью создал новую модель образования и развития народов.

Главные печатные труды:
История народа Хунну (1960)
Открытие Хазарии (1966)
Древние тюрки (1967)
Поиски вымышленного царства (1970)
Хунну в Китае (1974)
Этногенез и биосфера Земли (1979)
Древняя Русь и Великая степь (1989)
Тысячелетие вокруг Каспия (1990)
От Руси к России (1992)
Конец и вновь начало (1992)

11. *Сто лет назад Эйнар Герцшпрунг открыл свою знаменитую звёздную диаграмму и предложил красивую гипотезу о звёздной эволюции. В чём состояла эта гипотеза? Какому исправлению она подверглась в середине 20 века? Какие новые открытия и изобретения были при этом использованы?*

В 1907 году Герцшпрунг изобразил множество самых известных звезд на двумерной диаграмме с координатами «цвет — светимость» — и обнаружил, что

большинство звёзд расположено вблизи главной диагонали диаграммы. То есть, самые яркие звёзды — голубые, а самые тусклые — красные; жёлтое Солнце лежит почти в середине диаграммы.

Из этой картины Герцшпрунг сделал вывод: звёзды постепенно «сгорают», теряя массу и превращаясь из голубых гигантов в красных карликов. Этот вывод оказался ошибкой. Напротив, эволюция звёзд движет их **поперёк** главной диагонали на диаграмме Герцшпрунга—Рассела. Но на этой диагонали звёзды **задерживаются**, проводят на ней более 95 процентов своей жизни (пока идёт равновесное «перегорание» водорода в гелий). Другие (короткие) фазы звёздной эволюции представлены на диаграмме Герцшпрунга «красными гигантами» и «белыми карликами»: таких звёзд мы видим немного.

Все эти важные уточнения были сделаны физиками-ядерщиками США и СССР в процессе численного расчёта и моделирования термоядерных реакций на компьютерах в 1950-е годы. Эта работа производилась в процессе изобретения «водородных» бомб. Лидерами этих исследований были И. Е. Тамм, А. Д. Сахаров и Я. Б. Зельдович в СССР, Э. Теллер и С. Улам в США.

12. *Найдите исторические ошибки в тексте.*

Для удобства текст приводится ещё раз. Места в тексте, в которым относятся указания об ошибках и комментарии, отмечены номерами, соответствующими номерам в последующем списке ошибок и комментариев.

Наследники Большого Гнезда

Ранним октябрьским утром в стольный город Владимир пришла злая весть: братья великого князя Константина восстали на него мятежом![11] Видно, прослышали Юрий и Святослав[18] о том, как прошлым летом в Английской земле чернь и бароны, сговорясь, свергли и убили доброго[6] короля Иоанна[1]. Папа же в Риме одобрил[7] это злодеяние — ибо Иоанн пребывал под отлучением от церкви[8] за убийство Фомы Бекета[9]... Неужели Русскую землю ждёт такая же усобица — сейчас, когда земля едва залечила раны от нашествия нечестивых татар[2]? Киев лежит в руинах[2]; Чернигов едва уцелел[2], благодаря помощи суздальских войск. Того и гляди, опять нагрянут непобеждённые враги — и быть Владимиру сожжену и пусту[2]! Как позволил епископ Нижегородский[10] князьям Юрию и Святославу посягнуть на владимирский престол? От кого теперь ждать помощи помазаннику Божьему[13] — Константину Андреевичу[3], старшему птенцу Большого Гнезда всея Руси?

Суздальцы рядом — но их мало. Ростов Великий сильнее — но простит ли он своего законного князя, перенёсшего трон во Владимир[12] — по воле отца своего? Рязань[16] давно обособилась от великого княжения Владимирского. Смоленск нынче тоже тянет к Литве[17]. Один Великий Новгород твёрдо стоит на северной границе Руси, отражая шведов и немцев. Но там правит князь Александр — сын мятежного Святослава. Разве станет он помогать дяде против отца? Только вече новгородское может одолеть волю своего князя; но чего потребуют мужики-вечники от чужого им владимирского князя за помощь в час нужды? Однако нужно не медля слать послов в Новгород, и в Царьград[20] тоже! Авось, патриарх Кирилл ударит анафемой по князьям-ослушникам! Но войны всё равно

не избежать...

Два месяца спустя на берегу реки Липицы[4] — возле Ждан-горы[5] и Нежатиной нивы[5] — великокняжеская рать столкнулась с войсками младших братьев Константина. Это был Божий суд: орудием Божьей кары стали храбрые новгородские[14] мужики. Не зря торговались их посадники — братья Климовичи[21] — с послами великого князя[25]! Константин уступил их небывалому требованию: пожаловать новгородцам такую же Хартию Вольностей[22], какую английские бароны вынудили у своего короля два года назад[1]. Англии от этого хуже не стало; авось, и Руси хуже не будет!

Вдохновлённая этим политическим успехом, новгородская рать обрушилась на войско мятежников с такой яростью, что князь Святослав бежал, бросив даже свой шлем в кусты[23]. Его сын Александр[19] предпочёл не ссориться с новгородцами — и уехал в родной Переяслав Хмельницкий[24], пообещав вернуться в случае очередного набега Литвы или орденских рыцарей. Умный князь растёт в Новгородской земле... Не назначить ли Константину племянника своим наместником в дружественном Новгороде? А потом — и наследником Владимирского трона[15]? Пусть юный воевода смолоду привыкает к диалогу с посадниками и вечевыми трибунами[26]!

Авось, общая сила новгородцев и владимирцев сумеет отразить новое нашествие татар! Быть может, жёсткий отпор убедит степных язычников принять святое крещение? Трудно думать об этом; но пока человек жив, он надеется.

Ошибки и комментарии.

1. Согласно тексту, действие происходит через год после смерти английского короля Иоанна (Безземельного) и через два года после Великой Хартии Вольностей — то есть в 1217 году.

2. В 1217 году на Руси ещё не слыхали ничего о татарах или монголах: они впервые появились в степях Восточной Европы в 1223 году. Поэтому все утверждения о разгроме русских городов татарами — ошибки.

3. В 1217 году великим князем Северо-Восточной Руси был Константин Мудрый — старший сын Всеволода (не Андрея!) Большое Гнездо. Крестильное имя Всеволода — Дмитрий, а не Андрей.

4. Знаменитая битва на Липице произошла годом раньше — в 1216 г.

5. Липица, Ждан-гора и Нежатина Нива — это места **трёх разных** сражений 13, 12 и 11 веков, весьма удалённые друг от друга.

6. Король Иоанн Безземельный был жестокий и коварный тиран; никто не называл его «добрым».

7. Папа Иннокентий 3 **осудил** восстание англичан против короля Иоанна в 1215 году, потому что король Иоанн был тогда вассалом папы.

8. Король Иоанн был под папским отлучением в 1207–1208 годах, когда он не пускал в Англию назначенного папой главу английской церкви — кардинала Стефана Ленгтона. Потом король капитулировал перед папой, стал его вассалом.

9. Архиепископ Фома Бекет был убит в 1170 году — при короле Генрихе 2, отце Иоанна Безземельного.

10. Нижний Новгород ещё не существовал в 1217 году: его основал в 1223 году князь Юрий Всеволодич, младший брат и преемник Константина.

11. В 1217 году **никто** не восставал против уже победившего братьев князя Константина. Он сам восстал в 1216 году против своего брата Юрия, которому их отец (Всеволод) передал правление всей Владимирской землёй.

12. Столицей Константина в 1200–1218 годах был город Ростов Великий, а не Владимир. Именно нежелание старшего сына покинуть «свой» Ростов и переехать в отцовскую столицу (Владимир) вынудило Всеволода завещать свой трон второму сыну — Юрию (в 1212 году).

13. Князья Руси до 16 века **не** подвергались «помазанию» на царство — в отличие от королей Западной Европы. Поэтому на Западе русских князей называли «графами» или «герцогами».

14. Суздальцы и владимирцы были на стороне «их» князя Юрия в усобице 1216 года. Напротив, новгородцы помогли Константину — и победили вместе с ростовчанами в битве на Липице.

15. Константин умер от болезни в 1218 году; наследником его верховной власти стал его бывший противник и младший брат Юрий, который позднее погиб в бою с монголами на реке Сить в 1238 году.

16. Рязанское княжество, разорённое князем Всеволодом, не участвовало в усобице 1216 года.

17. Смоленское княжество в начале 13 века было независимо, соперничало с Владимиром и Черниговом, не стремилось подчиниться языческой Литве.

18. Союзником князя Юрия в усобице 1216 года был его брат Ярослав, а не другой их брат — Святослав.

19. Александр (сын Ярослава Всеволодича, будущий Невский) родился в 1220 году; он не мог участвовать в событиях 1216 года.

20. Царьград (Константинополь) с 1204 года был во власти западных крестоносцев; там не было православного императора и патриарха до 1261 года, так что на русские события той поры разорённая Византия не влияла.

21. Посадники братья Климовичи (Андрей и Дмитрий) правили в Новгороде в начале 14 века. Оба они погибли в битве у Торжка с князем Михаилом Тверским в 1315 году.

22. На Руси в 13 веке мало знали об английских событиях. Новгородцы никогда не требовали себе «Хартии Вольностей»; они предпочитали иметь городское самоуправление по образцу городов Германской империи — таких, как Любек, Бремен и другие члены Ганзы.

23. Князь Ярослав Всеволодич действительно бросил шлем и кольчугу при бегстве из боя на Липице. Их остатки нашли в 19 веке — и опознали по серебряным иконам на шлеме, изображавшим святых покровителей князя и его отца. Сейчас эти реликвии хранятся в Историческом музее в Москве.

24. Вотчиной Ярослава и Александра Невского был Переяслав Залесский — а не Переяслав Хмельницкий, что рядом с Киевом.

25. Титул великого князя Руси Ярослав и его сын Александр получили по воле монгольского хана Батыя — после разорения Руси 1238 года.

26. В Новгороде и других русских городах домонгольской поры было вече — но не было **трибунов**. Этот латинский термин не был тогда в ходу нигде, кроме Италии — но там не было веча.

13. *Найдите исторические ошибки в тексте.*

Для удобства текст приводится ещё раз. Места в тексте, в которых сделаны ошибки, отмечены номерами, соответствующими номерам в последующем списке ошибок и комментариев.

Академик Эйлер

30 апреля 1767 года[1] четырежды[2] академик Леопольд[3] Эйлер принимал поздравления к своему юбилею. 60 лет назад он родился в маленьком альпийском кантоне Цюрих[4]. 40 лет назад он впервые прибыл в Москву[5] со своим старшим другом — Якобом Бернулли[6]. 20 лет назад[7] он покинул Россию — ради затянувшегося визита в Европу. Всего год назад Эйлер окончательно вернулся с берегов Сены[8] на берега Невы...

Старый друг Михайло Ломоносов сочинил по такому поводу очередную оду.[9,10] Далась же ему поэзия — в отличие от юбиляра, который не может срифмовать две строки! Это обстоятельство помешало Эйлеру задержаться в Берлине — на посту президента[12] местной Академии Наук, основанной ещё Лейбницем — научным «дедом»[15] Эйлера. Прусский король Фридрих 1[11] считает, что его президент обязан публично хвалить стихотворчество монарха; но славному математику это занятие — поперёк горла. Вот и лишился чванный пруссак лучшего математика Европы!

Друг Эйлера — маркиз Мопертюи тоже покинул Берлин, вернулся в родной Париж[13]. Зато молодой парижанин[14] Лагранж согласился стать придворным математиком в Берлине. Дай Бог удачи этому юноше! Он уже превзошёл достижения Эйлера в аналитической механике, основанные на Принципе Наименьшего Действия. Он же[16] первый доказал иррациональность эйлеровой константы «e». Быть может, Лагранжу подчинится и древнее число π[17]? Сам Эйлер[18] сумел найти его удачное приближение: 355/113.

Если бы удалось узнать хоть сотню десятичных знаков π — это помогло бы понять распределение простых чисел в натуральном ряду[19]. Например, узнать: много ли существует простых «близнецов»?[20] Какие из них представимы суммой двух квадратов?[21] Для каких простых чисел верна последняя теорема Ферма?[22]

Но в данный момент Эйлер увлечён другой тайной. Хитроумный Ломоносов усомнился в точности Принципа Наименьшего Действия.[23] Ведь он проверен только в механике, где тела и системы не претерпевают необратимых изменений! А если они изменяются, развиваясь — как распускается цветок? Или как учёный делает очередное открытие?[24] В такие моменты изменяется симметрия системы![25] Это заметил ещё Ньютон — но он не сумел облечь свою догадку в математическую форму. Кому удастся перешагнуть сей барьер — и когда?

Это неведомо даже Эйлеру. Хотя неугомонный парижский журналист Дидро просит у него всё новых статей в свою Энциклопедию.[26] Всё ему объясни: отчего Луна покачивается?[27] Почему пружину в часах нужно делать в форме архимедовой спирали?[27] Отчего вокруг Южного полюса лежит материк, а на севере ничего такого нет?[28] И наконец: почему в Природе нет места для Бога?[29]

А вот с этой гипотезой Эйлер не согласен! Ведь Бог — источник всех природных чудес. Если бы их не было — учёным людям стало бы нечего делать! Но работы им хватает — чем дальше, тем больше... Быть может, Бог — особый

Человек, чья жизнь соответствует траектории Максимального (а не Минимального) Действия?[30] Учёные мужи и герои лишь изредка (в минуты вдохновения) живут в таком режиме — и не могут забыть об этом счастье всю жизнь. Вот роскошная догадка! Не Бог ли внушил её Эйлеру в день его рождения? Жаль, что академик пока не может придать этой гипотезе строгую форму! Интересно: кому и когда это удастся? Быть может, этот юноша уже родился где-то на Земле?

Эйлер был почти прав: в эти дни в Бремене появился на свет его научный наследник — Карл Гаусс.[31, 32]

Ошибки и комментарии.

1. Эйлер родился 15 апреля 1727 года (4 апреля по старому стилю), а 30 апреля 1777 года родился Гаусс.

2. В 1767 году Эйлер был только **дважды** академик: в Петербурге и Берлине. Париж и Лондон почтили его избранием позже.

3. Эйлера звали Леонард, а не Леопольд.

4. Эйлер родился и вырос в Базеле, а не в Цюрихе.

5. Эйлер прибыл в Россию в 1727 году по **морю** — прямо в Петербург. В Москве он не бывал ни разу.

6. Эйлер приехал в Россию с младшими братьями Бернулли — Даниилом и Николаем (сыновьями Иоганна Бернулли). Их дядя — знаменитый Якоб Бернулли умер ещё до рождения Эйлера.

7. Эйлер покинул Петербург в 1741 году — за 26, а не за 20 лет до 1767 года.

8. Эйлер вернулся в Петербург в 1766 году не с берегов Сены (где стоит Париж), а с берегов Шпрее (где стоит Берлин).

9. Ломоносов и Эйлер, вероятно, никогда не общались лично (в разговоре), поскольку студента Ломоносова послали на учёбу в Германию почти сразу по прибытии его в Петербург из Москвы (1737 год). К моменту возвращения Ломоносова в Россию (1741) Эйлер уже уехал в Берлин, а к моменту возвращения Эйлера из Берлина (1766) Ломоносов уже умер.

10. По этим причинам двое великих учёных знали друг друга только по письмам. Возможно, что Ломоносов помнил одну-две лекции Эйлера, которые он успел прослушать в 1737 году, когда был ещё студентом — но он тогда мало что в них понял и решил, что не станет математиком. Эйлер высоко ценил Ломоносова только как физика.

11. Эйлер работал в Берлине в правление короля Фридриха 2 (1740–1786). При его отце — Фридрихе 1 — Лейбниц основал в Берлине Прусскую Академию Наук и стал её первым президентом (1700).

12. Эйлер не был президентом Академии Наук в Берлине: им был его приятель Мопертюи, а Эйлер был «директором математического класса». После отставки Мопертюи (1753) Фридрих 2 решил не назначать Эйлера новым президентом Академии Наук — в том числе из-за нелюбви к поэзии, как написано в тексте.

13. Мопертюи ушёл из Берлинской Академии Наук со скандалом (из-за критических писем Вольтера), и уехал не в Париж, а в Базель (на родину Эйлера), где стал профессором физики.

14. Лагранж был родом не из Парижа, а из Турина (королевство Пьемонт). Он сменил Эйлера на его посту в Берлине (1766) — по выбору самого Эйлера.

15. Эйлера **можно** считать «научным внуком» Лейбница, поскольку его главный учитель математики (Иоганн Бернулли) учился анализу функций по статьям Лейбница.

16. Доказать иррациональность числа e совсем легко: это сделал сам Эйлер в 1740-е годы в Берлине.

17. К 1767 году **иррациональность** числа π уже была доказана. Это сделал годом раньше немец Иоганн Ламберт, который вскоре перебрался в Берлин.

18. Приближение $\pi \approx 355/113$ (6 совпадающих десятичных знаков после запятой) было найдено китайскими математиками ещё в 5 веке н. э. Вероятно, это сделал Цзу Чун-Чжи, изобретатель магнитного компаса.

19. Представление π десятичной дробью или суммой числового ряда до сих пор **не** помогает понять закономерности распределения простых чисел в натуральном ряду.

20. Проблема конечности или бесконечности множества **пар** простых чисел-«близнецов» вида $(p, p+2)$ пока **не** решена. Все известные свойства числа π **не** помогли математикам разобраться в этой проблеме (хотя ей уже исполнилось 2300 лет).

21. Эйлер знал (это совсем просто доказать), что простые числа **только** вида $(4k+1)$ можно представить суммой двух квадратов натуральных чисел. **Не** известно, умел ли Эйлер доказывать, что **любое** простое $p = 4k+1$ представимо в таком виде. Впервые доказательство этого факта опубликовала Софи Жермен — вскоре после смерти Эйлера, на фоне Французской Революции.

22. Эйлер умел доказывать Большую теорему Ферма только для степеней 3 и 4. Он призывал других математиков заняться этой проблемой — но был бы удивлён, если бы узнал, что полный успех придёт лишь через 210 лет после его смерти.

23. Ломоносов **не** занимался математической физикой, понимая, что в этой области он — не ровня Эйлеру. Оттого Ломоносов никогда не высказывался по поводу принципа наименьшего действия, угаданного Мопертюи (1744) и математически осмысленного Эйлером.

24. В 18 веке даже Эйлер **не** решался рассуждать о применимости принципа наименьшего действия к таким природным системам, где импульс и энергия не могут быть точно измерены — например, к цветам, государствам и отдельным людям. Похоже, что Мопертюи задумывался об этом. Но он сразу наделал грубых ошибок — и потерпел поражение в полемическом споре с Вольтером (1753).

25. Исчислять **симметрии** природных систем и **изменения** этих симметрий в физических процессах алгебраисты и физики начали только в 19 веке. Эйлер об этом ещё не размышлял. Первым об этом задумался Лагранж, а первых крупных успехов достигли Абель, Галуа, Пастер, Максвелл, Фёдоров и Шёнфлис.

26. Дидро в 1767 году завершал свою «Энциклопедию» не в Париже, а в эмиграции — в Швейцарии. Эйлер не писал статей для этого издания и не был знаком с Дидро до его визита в Петербург в 1773 году. Другие французские

академики к 1767 году уже перестали сотрудничать с Дидро — ввиду его воинствующего безбожия и революционного настроя.

27. «Покачивание» Луны в поле зрения вызвано тем, что её вращение вокруг оси равномерно, а полёт вокруг Солнца происходит **не** равномерно — по эллипсу. Это явление объяснил ещё Ньютон в 17 веке. Оптимальную форму пружины в часах впервые рассчитал Эйлер.

28. Южный полярный материк Антарктида был впервые замечен моряками России и Англии только в 1820 году. Что находится вокруг Северного полюса — это в 18 веке также было не известно.

29. Дидро был убеждённый атеист — но **учёным** он не был, сам ничего в науке не открыл, и потому его мнения **не** имели веса в глазах Эйлера и его коллег. В 1773 году Эйлер одолел Дидро в публичном споре насчёт существования Бога, перед лицом петербургских академиков.

30. Гипотезы о движении и развитии некоторых (неравновесных) физических систем по траекториям **максимального** действия появились в физике лишь во второй половине 20 века — когда началось изучение **переменной** структуры таких систем, названное синергетикой.

31. Карл Гаусс родился **не** в 1767, а в 1777 году — и не в приморском городе Бремене, а в немецком княжестве Брауншвейг, которое тогда принадлежало Ганноверской династии: её князья были с 1714 года также королями Англии.

32. Гаусс не занимался приложениями принципа наименьшего или экстремального действия к движению и развитию неустойчивых систем.

Обзор результатов

Нынешний год — юбилейный, эйлеровский. Оттого история науки заняла почетное место в конкурсе Турнира — на радость физматшкольникам и в укор многим школярам, не отличающим Всемирную Историю от содержания вчерашних газет или позавчерашних учебников.

Так, текст с ошибками, посвящённый Леонарду Эйлеру, оказался вдвое трудней для школяров, чем сходный текст о наследниках Всеволода Большое Гнездо. Это видно по максимальному числу верно найденных ошибок: 10 — у Эйлера, 19 — в Большом Гнезде (из общего числа около 25 там и здесь). Приятно отметить, что оба максимума сразу (9, 18) достигнуты одной старшеклассницей из Петербурга — Далилой Абу Хакемах из гимназии 610. Она показала столь же высокую эрудицию на книжном фронте, перечислив самые увлекательные рассказы Ивана Ефремова и самые доступные книги Льва Гумилёва. Вот плоды удачного воспитания! Не зря учитель Далилы — историк П. В. Седов — был недавно удостоен Макариевской премии за книгу о старших потомках царя Алексея — Фёдоре и Софье. И не зря ученики П. В. Седова, оказавшись в Архангельском соборе Кремля, обычно кладут букетик цветов на надгробие царевича Алексея Алексеевича — первого русского отрока, обученного латыни, но не выдержавшего этой науки. Кто её выдерживает — тот и побеждает на турнирах!

По иному проявился местный патриотизм у многих участников турнира, живущих в подмосковном городе Дмитров. Те из них, кого зовут Дмитрий или Всеволод, гордо объявили, что оба имени восходят ко Всеволоду Большое Гнездо —

основателю второго (после Киева) русского королевства с центром во Владимире. В крещении Всеволод был Дмитрием; отец его (Юрий Долгорукий) назвал в честь младшего сына новую крепость в Залесской Руси.

Почти все москвичи постарались выразить свой патриотизм в описании подвигов наших космических конструкторов. Увы, большинство ребят не помнят иных имён, кроме С. П. Королёва. Хотя наше телевидение выпустило хороший сериал о королёвской империи и её героях. Вот чего не прочесть в учебнике истории! Приятно видеть в работах лучших ломоносовцев имена Глушко и Тихонравова, Лавочкина и Челомея, Янгеля и Келдыша. Один юноша — Дима Голубенко из школы 2 — даже назвал Мстислава Келдыша самым похожим на Эйлера учёным 20 века. Этот тезис трудно оспорить. Правда, Эйлер всю жизнь оставался чистым математиком и астрономом-расчётчиком. Но лишь потому, что экспериментальной астрономии (то есть, Космонавтики) в 18 веке быть не могло! Появись тогда шанс запустить новую планету или добыть камень с Луны — Эйлер наверняка увлёкся бы такой перспективой и стал бы первым Теоретиком Космонавтики. . .

Но большинство школьников назвали лучшим аналогом Эйлера в 20 веке Альберта Эйнштейна. Напрасно! Ведь Эйлер был прежде всего математик. Эйнштейн же, будучи гениальным физиком, математику знал отрывочно и никаких серьезных новинок в ней не изобрел. Математический аппарат обеих теорий Относительности создавали другие люди: немец Герман Минковский и наш Александр Фридман. Кроме того, Эйнштейн был «классик» по характеру: он всю жизнь развивал **одно** направление в физике, не оглядываясь по сторонам. Напротив, «романтик» Эйлер был всегда готов перескочить в новую для себя отрасль математики или физики, где назревают крупные открытия — и там опередить всех аборигенов.

В 20 веке носителями такого романтизма были наш нестареющий патриарх А. Н. Колмогоров и его лучший ученик В. И. Арнольд, а в физике — наш Лев Ландау и его американский двойник Ричард Фейнман. Приятно, что все эти персоны были названы лауреатами Турнира в качестве современных наследников духа Эйлера. Один юный москвич — Леонид Янушевич — осмелился назвать, наряду с В. И. Арнольдом, также Н. Н. Константинова — виднейшего математического просветителя, основателя Турнира Городов по математике и универсального Ломоносовского турнира. Спасибо прозорливому десятикласснику! Ибо не только академики стоят во главе научного прогресса.

А вот построить цепочку из общих знакомых между Ломоносовым и Лобачевским сумели очень немногие школьники — хотя многие догадались, что в начале такой цепи должна стоять Екатерина 2. Дальше можно поставить её внуков: Александра 1 и Николая 1, которому провинциальный ректор Лобачевский был представлен дважды: когда он приезжал в Петербург и когда царь посетил Казань. Позднее Николай наградил Лобачевского золотым перстнем — за оперативное руководство борьбою с холерой на территории Казанского университета в 1837 году. Так что наш министр Шойгу тоже может считаться наследником Лобачевского!

К сожалению, лучшие российские и зарубежные альпинисты мало знакомы начинающим российским историкам. Лишь некоторые петербуржцы помнят

своего земляка Владимира Балыбердина — первовосходителя на Эверест в 1982 году. Да ещё Вася Белянский из 371 школы назвал несравненного тирольца Райнхольда Месснера, первым поднявшегося на все восьмитысячники — единолично или в паре. Зато некоторые москвичи знают напарника Балыбердина — Эдуарда Мысловского как профессора МВТУ, а другого профессора Евгения Тамма — как физика и организатора нашего первого похода на Эверест.

А ещё есть в 654 школе Павел Климовицкий: он вспомнил не только бесспорных первовосходителей Эвереста в 1953 году (Тенсинга и Хиллари), но и загадочных англичан 1924 года: Мэллори и Ирвина. Они тогда, видимо, достигли вершины — но пропали без вести при спуске, так что 30 лет никто не мог повторить их подвиг. Тело одного из героев было найдено через 70 лет после трагедии... Эти подвиги достойны памяти историков — наравне с покорением Южного полюса Амундсеном и Скоттом, с первым плаванием Норденшельда вокруг Северной Евразии (1879 год).

Задача 9 (о кораблях первооткрывателей) резко выделила знатоков морского дела из множества наследников Ломоносова. Мало кто помнит имена флагманских кораблей Магеллана и Васко да Гамы! Но такие люди есть — хотя бы математик Костя Никонов из школы 57. А кое-кто помнит имена **всех** судов из эскадр Колумба и Магеллана! Но это — привилегия младших школьников, собирающих исторические факты наравне с почтовыми марками. Напротив, иной старшеклассник жалуется на отсутствие в нашем списке корабля Дрейка «Золотая Лань» — не догадываясь о возможном переводе слов «Голден Хайнд». Юноши, учите английский — и пользуйтесь им даже в истории!

Очень много простоты обнаружилось почти у всех ломоносовцев, решавших задачу 8 о монгольских ханах. Абсолютное большинство наших школяров и их учителей уверены, что Золотая Орда составляла главную часть державы Чингиза — а не её дальнюю западную окраину, как полагал сам Чингиз. Ведь сердце его державы лежало в Монголии — а её желудком служил Китай, близкий и богатый! Оттого главные преемники Чингиза правили сначала в Каркоруме, а позднее — в Пекине, который монголы назвали Ханбалык и куда юный Марко Поло приехал на службу к хану Хубилаю — четвёртому наследнику Чингиз-хана. Первые трое были Угэдэй (сын Чингиза), Гуюк и Мункэ — внуки. Только один участник турнира верно назвал всех четверых: это Яков Кириллов из села Сущево Костромской области.

Он участвовал в турнире Ломоносова по электронной почте, удачно сочетая справочные возможности сети Интернет с собственной смекалкой и дерзостью. Таковы добрые последствия недавней компьютеризации наших школ. Нужно очень постараться, чтобы они пересилили её дурные последствия — такие, как утеснение прежних форм экзамена новой системой «бесчеловечного» ЕГЭ. Впрочем, сходные опасения высказывались ещё 6000 лет назад — в пору распространения первых письменностей в самых продвинутых регионах тогдашней Евразии...

Чем блеснули в этом году самые юные участники Турнира Ломоносова? Младшей среди них стала Оля Калиниченко из 4 класса школы 1862. В её активе — безупречное объяснение происхождения её имени, а также хорошая зрительная память. Оля верно назвала три книги Л. Н. Гумилёва, стоящие на

полке в её доме. Она их, конечно, ещё не читала — но со временем это придёт. А что сделал пятиклассник Семён Фридман — младший лауреат прошлого года? Самый заметный его успех — знание 2 из 4 ханов-наследников Чингиза в Монголии. Плюс 8 очков по задаче о наследниках Всеволода Большое Гнездо на Руси. Кстати, Семён уже начал почитывать книги Л. Н. Гумилёва — пока с умеренным успехом. В добрый час!

В следующем возрасте (7–8 классы) неожиданно проявились удальцы, способные наполовину решить задачу 11 по астрофизике. Миша Заварзин (школа 654) и Даня Рухович («Интеллектуал») удачно описали диаграмму Герцшпрунга—Рассела и естественную гипотезу первооткрывателей: что голубые гиганты с течением времени скользят вниз по главной диагонали диаграммы. Так думали все физики до 1950-х годов — когда расчёты взрыва водородной бомбы убедили профессионалов, что ядерное «горение» водорода почти **не** уменьшает массу звезды. Эту тайну нынешние школяры (увы, не все!) узнаю́т в 10 классе. Например, Геннадий Андреев из «Интеллектуала» — один из немногих, кто знает, что главная часть эволюции звезды сдвигает её **поперёк** главной диагонали на диаграмме Герцшпрунга, преобразуя обычную звезду сперва в красного гиганта, потом (после сброса оболочки) в белого карлика и наконец (если хватит массы) в чёрную дыру. Нашему Солнцу массы не хватит — так что прозябать ему в роли сначала белого, а потом — чёрного карлика.

Интересно заявили о себе школьники Брянщины, второй год участвующие в турнире Ломоносова. Девятиклассник Антон Бернякович (Брянск) и десятиклассница Женя Вентер (гор. Жуковка) вспомнили знаменитого китайского министра Шан Яна — современника Александра Македонского. Женя также проявила немалую эрудицию в российском альпинизме, вспомнив 6 из 11 наших героев Эвереста-82 и двоих тренеров команды. Наконец, Настя Сердюкова (гор. Новозыбков) достигла лучшего результата в задаче о Большом Гнезде: 19 баллов! Она также угадала трёх из 4 ханов — Чингизидов в Монголии, и вспомнила, что в этих же краях Иван Ефремов раскапывал древних динозавров в 1940-е годы. Нэмэгту, Алтан Тээль, Каракорум — все эти названия стоят вровень для настоящего историка. Хорошо, что каждая область России каждый год производит такую молодёжь!

Ещё один интересный феномен обнаружился в большой и пёстрой команде ломоносовцев, выставленной московской школой 57. В год Эйлера тамошние математики решили дать бой ровесникам-историкам на их родной почве. Результат — боевая ничья, при общем числе награждённых более 20 человек. Если математик Алексей Бохенек объявляет Льва Понтрягина главным наследником Эйлера в 20 веке (за известную теорему о неплоских графах), то историки Антон Потапов и Коля Фёдоров прочат консула Марка Курия Дентата (героя Самнитских войн) в сподвижники Александру Македонскому. Если математик Сергей Барашков верно опознал 4 знаменитых корабля (включая атомную подлодку «Наутилус», впервые проплывшую под Северным полюсом), то гуманитарка Катя Соловьёва вспомнила авиаконструктора Лавочкина как соперника Королева в освоении Космоса. Вдобавок Катя находит десяток ошибок в тексте о Большом Гнезде — не допуская ни одной **своей** ошибки. Вот это — достойное соперничество правнуков Ломоносова! Пошире бы нам размахнуть это соревнование на

просторах России... Кстати: до 300-летнего юбилея Ломоносова осталось всего 4 года.

Примечание. В тексте задания № 13, выданном участникам турнира, был ошибочно дан заголовок «Леонард Эйлер» вместо предполагавшегося «Академик Эйлер».

КОНКУРС ПО АСТРОНОМИИ И НАУКАМ О ЗЕМЛЕ

Вопросы

1. На каких планетах есть облака, а на каких — ясное небо? От чего это зависит? Почему облака не падают?

2. Всем известны вулканы, из которых изливается магма. А какие ещё вулканы бывают?

3. Почему у одних планет много спутников, а у других — мало или совсем нет? Откуда у нас Луна?

4. Последние годы во всём мире развернулся бум строительства сверхвысоких башен — небоскрёбов. Чем, по Вашему мнению, это вызвано? Какие существуют ограничения на подобные сооружения?

5. Вокруг чего вращается небо?

6. Какие Вы знаете природные и искусственные лабиринты? Как они образовались? С какой целью лабиринты создавались людьми?

7. Часы собора города Солсбери (Великобритания) действуют с 1386 года и за это время совершили уже более 500 млн. колебаний. Между тем, Г. Галилей установил изохронность маятника только в 1583 году, а первые маятниковые часы были созданы Х. Гюйгенсом в 1658 году. Как же действуют эти самые старые в мире часы в городе Солсбери?

Ответы и комментарии к вопросам конкурса по астрономии и наукам о Земле

1. *На каких планетах есть облака, а на каких — ясное небо? От чего это зависит? Почему облака не падают?*

Ответ. Облако — пространственно выделенная часть газовой/жидкой среды, в которой находятся частички иного фазового/химического состава.

Для существования облаков на планете необходимо наличие атмосферы. Также необходимо наличие компонента, который может образовывать частички облаков (например, воды, другого вещества, способного конденсироваться в атмосфере, твёрдого ядра планеты как источника мелких частиц — пыли).

В Солнечной системе облака наблюдаются на планетах Венера, Земля, Марс, Юпитер, Сатурн, Уран, Нептун. Есть основания полагать, что облака имеются

и на планетах других планетных систем, аналогичных планетам-гигантам и планетам земной группы Солнечной системы.

Формирование атмосферы планеты может происходить в результате вулканических процессов, сопровождающихся выбросами на поверхность газов, растворённых в жидком ядре планеты. Для удержания атмосферы в своём гравитационном поле планета должна иметь достаточно большую массу.

Формирование облаков происходит в результате стратификации атмосферы (атмосферные слои с разной температурой на разной высоте — конденсация воды или паров других веществ), интенсивных приповерхностных атмосферных потоков (вовлечение частиц с поверхности — пылевые облака), вулканических извержений (облака вулканического пепла).

Частицы облаков (капельки, пылинки, кристаллики) падают под действием силы тяжести, как и все тела (например, дождь, снег). Но скорость установившегося падения в вязкой среде для малых частиц меньше скорости турбулентных движений среды (облако «висит»).

Комментарий. Во-первых, что такое облако вообще? Давайте попробуем дать определение... Пусть на Земле или другой планете возникла пространственная концентрация какого-то газа. Например, в результате вулканического выброса. Это облако или нет? По различиям в химическом составе данной области и соседней — это не облако. Потому что такое газовое образование скорее всего прозрачно и не обнаруживается без химического анализа газов.

А облаком мы можем называть пространственно-выделенную часть жидкой или газовой среды (то есть облака могут быть не только в газах, но и в жидкостях, например, в Мировом океане — об этом мы поговорим позже), в которой находятся частицы иного фазового или химического состава. То есть это среда с какими-то включениями. Самыми известными из повседневной жизни являются облака из воды на Земле.

Почему облака образуются вообще, и на Земле в частности? В отношении Земли всё достаточно просто. У нас имеется процесс конденсации водяного пара. Мы живём в атмосфере, в которой водяной пар занимает существенную долю. Если вы находитесь над поверхностью мирового океана или в прибрежном районе — у вас влажность высокая, соответственно, доля водяного пара в воздухе высока, но вы его не ощущаете. Он прозрачный и пространственно не выделен.

А вот если произойдёт резкое падение температуры влажного воздуха — произойдёт фазовый переход, вода начнёт переходить в жидкое состояние, образуются капельки. Это — типичный туман. А при интенсивной конденсации образуются крупные капли, в том числе и дождевые. Или снежинки, или даже градины — если температура воздуха отрицательна и вода успеет замёрзнуть. Соответственно, на Земле облака образуются из капелек воды или из кристалликов льда.

На других планетах состав облаков другой. Например, на Венере облака состоят из капелек серной кислоты. Это связано с тем, что химический состав атмосферы Венеры другой. Соответственно, фазовые переходы, которые образуют аэрозольные капельки, — тоже другие.

Если мы мысленно попадём на Марс (пока мысленно, а там — как дело пойдёт), то там тоже можем найти облака, но это будут облака уже пылевые. Пылевые облака, естественно, бывают и на Земле. А на Марсе просто других облаков пока не наблюдается. Известные песчаные бури Марса связаны с тем, что мощный ветер поднимает с твёрдой поверхности планеты мелкие частицы, вовлекает их в движение воздуха и, соответственно, пылевая буря застилает иногда целое полушарие Марса. Это, конечно, тоже облака, хотя частицы и не жидкие, а твёрдые — поднятые ветром с поверхности планеты. (Раз мы называем на Земле облаками облака из кристалликов льда, то логично считать облаками и другие подобные образования из твёрдых мелких частиц.)

На разных планетах химический состав атмосферы достаточно разный. У нас сейчас космические аппараты побывали на Венере, Марсе и Тритоне (спутник Нептуна). По крайней мере на четырёх планетных телах с мощными атмосферами (включая Землю) мы получили возможность провести непосредственный анализ состава атмосферы. Химический состав атмосферы на Сатурне, Юпитере мы можем определять по спектральным наблюдениям, и в общем-то знаем, как там и из чего эти атмосферы устроены.

Естественно, что на этих планетах облака везде образуются, но они образуются из разного материала. Главное условие, чтобы облака образовались на какой-либо планете — им нужно где образовываться. Для этого планета должна обладать мощной атмосферой. Если у планеты атмосферы нет, то нет и вопроса об облаках.

Частный случай. Если у вас есть маленькое субпланетное тело, например Луна. Там стационарной атмосферы нет. Потому что сила тяжести маленькая, и газ не удерживается, разлетается в мировое пространство. Но в качестве локального образования, которое с известной натяжкой можно назвать облаком, может быть такой процесс: удар кометы в поверхность субпланетного тела, и образование локального сгустка газа. В данном случае оно будет временным облаком, которое потом рассеивается в космос.

Одним из интересных эффектов было зафиксированное 3 ноября 1958 года в Крымской обсерватории явление газового выброса на Луне. Предполагалось, что в центре кратера Альфонс спектральными методами было обнаружено, что там есть некое свечение газа. И долго дискутировался вопрос о том, что бы это могло быть: вулканический выброс (газовый выброс) из недр Луны или — одна из конкурирующих гипотез — что это просто произошёл удар мини-кометы и, соответственно, образование временного газо-пылевого облачка.

Никаких других похожих явлений на Луне с тех пор не наблюдалось, но в правдоподобности этого явления — которое было зафиксировано экспериментально — сомнений ни у кого нет. Но и никаких повторов не было. Поэтому, если что-то там и было — то это явление редкое и неповторяющееся, уникальное.

Все планеты-гиганты Солнечной системы (Юпитер, Сатурн, Уран, Нептун) обладают мощными атмосферами. Там в основном преобладает аммиак, метан, другие соединения, которых у нас в таком количестве нет на Земле. Мы с вами привыкли жить в кислородной атмосфере. Все эти планеты-гиганты обладают такими мощными атмосферами, а все эти атмосферы, естественно, так стра-

тифицированы по высоте, что так или иначе на каком-то уровне возникают мощные облачные слои. И все планеты-гиганты — собственно то, что мы и видим как планету — это и есть видимый нами сплошной облачный слой данного планетного тела — верхняя граница облаков.

В этих облачных слоях мы наблюдаем такие интереснейшие турбулентные движения, как, например, вихри на Юпитере. В том числе и знаменитое Красное пятно, которое является долгоживущим вихрем в атмосфере Юпитера. На Сатурне есть белое пятно — тоже долгоживущий вихрь. Аналогичные пятна есть и на Тритоне (спутник Нептуна). Можно сказать, что дифференциальное вращение атмосфер планет-гигантов (а то, что мы видим, напомним, — вращение облачных слоёв планет) всегда порождает такие долгоживущие вихри, очень похожие на циклоны нашей планеты Земля.

Как образуются облака — мы примерно выяснили. А от чего зависит их дальнейшая судьба? И вообще — от чего зависит образование атмосферы на планете?

Все планеты образуются примерно одинаковым образом. Их дальнейшая судьба зависит от стартовой массы планеты. Если планета массивная (если ей удалось образоваться массивной), то, скорее всего, она удержит у себя, в мощном поле тяготения, все те газовые массы, которыми она обладает. И это будет типичная планета-гигант, типа Юпитера или Сатурна.

Аналогичные планеты мы сейчас наблюдаем (косвенным образом) и у других звёзд. Напомним, что на сегодняшний день известно несколько сотен экзопланет (то есть планет, находящихся в других звёздных системах). И абсолютное большинство из них являются как раз планетами-гигантами, потомучто они наблюдаются и обнаруживаются за счёт гравитационных эффектов. За счёт того, что у них большая масса. И эта большая масса либо на положение спектральных линий, либо на движение центральной звезды. На этих массивных планетах других звёзд скорее всего точно также есть мощные атмосферы, и точно также в этих атмосферах есть мощные облачные слои.

Если планета обладает меньшей массой, то силы тяжести может не хватить на удержание всей газовой составляющей. Дело в том, что из первоначального клубка газопылевой материи (всё тяжёлое падает вниз, всё лёгкое плавает сверху) все тяжёлые компоненты, минеральные частицы (пылевые компоненты) опускаются в центр, образуя минеральное ядро планеты. А вокруг него — атмосферная часть.

Планеты маленькой массы под действием солнечного ветра в нашей Солнечной системе (или под действием внешних воздействий других звёзд) внешние газовые слои теряют.

Остаётся примерно то, что мы с вами видим на примере Венеры, Земли и Марса. Это так называемые планеты земной группы. Наверняка аналогичные системы есть и в других звёздных системах. Это планеты, с которых мощная первичная атмосфера была «сдута». Соответственно, ушёл водород, ушли все соединения водорода типа метана и другие лёгкие составляющие.

Остаётся минеральное ядро. Но оно тоже имеет в своём составе достаточно большое количество газообразных летучих веществ. И за время существования планетного тела из недр эти газы начинают выходить. Выход газов из недр мы наблюдаем в форме вулканических явлений. В результате выхода на поверхность

Земли магмы в атмосферу попадают растворённые в ней сернистые летучие соединения.

На любой другой подобной планете происходит примерно то же самое.

Например, на спутнике Юпитера Ио тоже происходит мощная вулканическая деятельность. Но там вулканы не магматические, а из сернистых соединений.

Дегазация планетных недр — это и есть тот мощный механизм, который формирует вторичную атмосферу планеты.

Помимо смены химического состава атмосферы планеты, вулканические выбросы сразу дают и локальные облачные образования. Это газопылевые облака, которые возникают при вулканических извержениях.

Другие механизмы образования газопылевых облаков — это смерч и торнадо. Мощный вихрь в атмосфере, который может затягивать в себя частицы грунта с земли (получается пылевое облако). Ну а смерчи вообще, как вы знаете, обладают достаточно низким давлением в своём центре, и поэтому как насос затягивают в себя много чего интересного. Вплоть до рыб из водоёмов. Бывали дожди из лягушек и другие забавные вещи, связанные с таким экзотическим явлением.

Видимо, уникальным для Земли механизмом образования пылевых облаков являются пожары в лесах и торфяниках. Так, облако дыма на продолжительное время целиком накрыло Москву летом 1972 года. Аналогичная ситуация (но не столь катастрофическая) наблюдалась в Москве и летом 2002 года.

Теперь следующий элемент вопроса — почему облака не падают?

Казалось бы, если облако состоит из частиц — ледяные кристаллики, водяные капли, пылевые частицы, на них должна действовать сила тяжести и они должны бы упасть на землю. Облака, тем не менее, не падают. (Если падают, то в виде дождя или снега.)

На самом деле, конечно, все компоненты облака падают. Вопрос в том, с какой скоростью. Когда капли дождевые становятся достаточно крупными — они падают достаточно быстро. И вы прекрасно знаете разницу между мелким осенним дождичком и крупным летним ливнем. По крайней мере неоднократно на себе её испытывали. А если вы себе представите, что летом могут образовываться крупные градины, то опять-таки, скорость выпадения этого материала и последствия выпадения этого материала вы тоже можете либо наблюдать, либо знать понаслышке. Максимальные градины достигают, по историческим отчётам, до 10–12 см диаметром. И при своём падении иногда пробивают даже крышу автомобиля.

Но типичные облака, которые мы можем видеть над собой в облачный день, так не падают. Спрашивается — почему? Чем меньше частица, тем меньше скорость её перемещения в воздухе под действием силы тяжести (то есть скорость движения относительно непосредственно окружающего частицу объёма воздуха). Это определяется просто силами вязкого трения. Движение любой капельки или твёрдой частицы в газовой среде, которой является воздух, подчиняется законам вязкого трения, и для маленькой частицы силы трения становятся (относительно силы тяжести для этой частицы) гораздо более существенными. И для маленьких частиц скорость их падения становится сопоставимой просто со скоростями турбулентного движения воздуха. Поэтому они как бы «при-

клеены» к тому объёму воздуха, в котором находятся. Есть восходящий поток воздуха — соответственно, есть и восходящее облако.

Это типично для летних облаков, особенно грозовых. Идёт мощный восходящий поток воздуха. Он поднимается на тот уровень, где атмосферное давление ниже, температура за счёт адиабатического расширения уменьшается и становится меньше, чем температура конденсации водяных паров (для той их концентрации, которая имеется в воздушном потоке). Там и образуются капельки воды — образуется облако. И дальше это облако грибообразной формы растёт прямо на глазах и клубится в верхней своей части. Это не что иное, как вовлекаемые восходящим потоком воздуха частицы воды. Они сконденсировались, они перестали быть прозрачным водяным паром, стали частицами, рассеивают и поглощают свет, и вы их видите как белое рассеивающее облако (или серое, или даже чёрное — если облако большое и поглощает существенную часть света).

Облака в океане. Опять-таки, если исходить из данного нами определения, — это пространственно-выделенные области, в данном случае воды, которые отличаются по своему аэрозольному составу. Здесь могут быть, во-первых, мутьевые потоки, которые сопровождают выход мощных рек в океан. Когда крупная река впадает в океан, она мало того что распресняет воду, она ещё несёт с собой огромное количество мути и взвеси. Мутьевые потоки либо распространяются по поверхности, либо (в устьях крупных рек) идут вниз по морскому дну. За счёт того, что из-за большого количества мути в этой воде она имеет большую плотность, чем окружающая солёная морская вода. Эти мутьевые потоки сейчас имеют важное значение в связи с освоением шельфа — они определяют придонные течения у берегов материков. А в устьях таких гигантских рек, как Амазонка, эти потоки прослеживаются на многие сотни километров в океан.

Частный случай облаков в океане — «чёрные курильщики» — выход газовых компонент и перегретых минеральных рассолов в рифтовых разломах (трещинах земной коры) в океан. А также все известные подводные извержения вулканов. Они, естественно, также порождают мощные по сути дела облака в толще воды — взвеси минеральных частиц.

2. *Всем известны вулканы, из которых изливается магма. А какие ещё вулканы бывают?*

Ответ. Различается несколько типов извержения наземных вулканов (по характеру извергаемого материала). В принципе, их можно отнести к различным типам вулканической деятельности. Отдельно можно выделить магматические вулканы, расположенные под водой — по отличающемуся от наземного внешнему виду процесса извержения (прежде всего лучше заметна газовая составляющая выброса в виде пузырей).

Кроме того, вулканами можно условно назвать различные выбросы на поверхности суши и морского дна, связанные с локальными процессами в толще земной коры. Это может быть вода, в том числе горячая (гейзеры), солёная и минерализованная, насыщенная взвешенными частицами (грязевые вулканы), а также нефть, газ и т. п.

Называть вулканами поверхностные геологические выбросы (например, родники) скорее всего не стоит.

Явления, аналогичные вышеперечисленным, могут наблюдаться не только на Земле, но и на других планетах и планетных телах.

Комментарий. Вулканизм — это проявление явления дегазации недр планеты. Скорее всего это явление было одним из определяющих нынешний состав атмосферы и гидросферы Земли и возможности существования жизни на нашей планете.

Обычно вулканами называют геологические образования на поверхности земной коры, извергающие на поверхность лаву, вулканические газы и аэрозольные частицы (вулканический пепел). Различается более десятка типов извержений вулканов, в зависимости от характера извергаемого материала. В принципе, по этому признаку вулканы можно «поделить». Хотя такое деление будет достаточно условным. К тому же, у одного и того же вулкана в разное время могут наблюдаться процессы разных типов.

Отдельно можно рассматривать подводные вулканы. Здесь вулканические выбросы непосредственно взаимодействуют с водой, частично растворясь в ней (газы и минеральные соли), а также насыщая воду взвешенными частицами («чёрные курильщики»).

Грязевые вулканы. Это интересное явление встречается том числе и в России. Очень много грязевых вулканов, например, в области Тамани, на Керченском полуострове.

Грязевые вулканы — это явление, не связанное с магматическим вулканизмом. Но тем не менее это тоже процесс выхода на поверхность нижележащих слоёв. Внизу, в осадочных слоях породы, оказываются погребёнными мелкодисперсные вещества, типа мелких глин, насыщенных водой и растворёнными газами (например, метан). В условиях складчатости происходит сдавливание этих пород, а также образование трещин. Через эти трещины могут выходить грязевые потоки, которые сейчас хорошо наблюдаются как грязевые вулканы. Эти вулканы иногда «извергаются» с довольно большой интенсивностью, даже пугают местное население. Конечно, это явления меньшего масштаба, чем «настоящие» магматические вулканы, — всё это происходит во внешних слоях коры Земли.

Гейзеры — это «водяные вулканы», если так можно выразиться, как правило, «работают» периодически. Как они устроены и почему гейзеры работают в таком импульсном режиме? Гейзер — это, вообще говоря, явление поверхностное. Но они обычно привязаны к зонам вулканической и магматической деятельности. Обычно они устроены следующим образом. Где-то недалеко от поверхности есть слой горячего вещества — локальный очаг нагрева. И есть трещины, по которым сверху туда проникает вода. Либо есть вообще подземный водный поток, который приходит в этот очаг нагрева. Вода там разогревается, вскипает и выбрасывается на поверхность. Затем происходит заполнение очага нагрева следующей порцией холодной воды, её разогрев (на это нужно время), вскипание и «извержение». И так процесс периодически повторяется. . .

Также можно упомянуть фонтанирующие скважины типа газовых и нефтяных месторождений.

3. *Почему у одних планет много спутников, а у других — мало или совсем нет? Откуда у нас Луна?*

Комментарий. Наличие спутников у планеты зависит прежде всего от её массы. Массивные планеты как правило имеют много спутников, объединённых к тому же в регулярную систему, маломассивные планеты свои спутники скорее всего растеряют, а в некоторых случаях и сами могут превратиться в спутник какого-то более массивного тела.

Как образуются спутники и планеты? Это происходит параллельно в ходе общего процесса формирования протопланетной системы вокруг молодой звезды средней массы. Молодые звёзды, рождающиеся из газопылевого облака, окружены достаточно плотным «коконом», в первое время даже непрозрачным для излучения. Поскольку все родительские облака изначально обладают некоторым моментом вращения, рождающиеся в них звёзды также получают своё вращение «в наследство». По мере концентрации вещества под действием силы тяжести в окрестностях формирующейся звезды происходят два противоположных процесса (потока вещества): во-первых, со всех сторон идёт падение вещества газопылевого облака на центральную звезду (аккреция вещества), а во-вторых, за счёт ускоряющегося вращения центрального сгустка часть выпавшего вещества под действием центробежных сил начинает обратное движение от центра к краю. Однако, если аккреция имеет симметричный характер (со всех сторон примерно одинаковый поток), то центробежное истечение вещества идёт, очевидно, только в плоскости, перпендикулярной оси вращения звезды. Так вокруг звезды и формируется протопланетный диск, пространственно совпадающий с её экваториальной плоскостью.

При этом нужно отметить и важную динамическую особенность звёзд с планетными системами: за счёт экваториального истечения вещества с поверхности будущей звезды в зону будущей планетной системы осуществляется наиболее эффективная передача и момента вращения центрального объекта. Иными словами, абсолютно бóльшую часть момента вращения, которым обладало первичное облако, и которое в ходе первичного сжатия оно передало центральной звезде, звезда, в свою очередь, «делегировала» протопланетному диску, а затем планетам, сама при этом значительно затормозив собственное вращение.

Поскольку потоки газопылевого вещества, движущиеся в противоположных направлениях в окрестностях массивного вращающегося объекта не могут, очевидно, быть ламинарными, то весь протопланетный диск оказывается охвачен волновыми возмущениями плотности. Как показывают модельные расчёты, линейные размеры (радиусы) этих возмущений по мере удаления от центральной звезды возрастают в геометрической прогрессии. Иными словами, в центральной части протопланетного диска возникающие кольцевые уплотнения имеют меньшие размеры, по мере удаления — всё большие и большие. Эти возмущения плотности являются в дальнейшем зонами роста многочисленных зародышей планет (планетезималей), которые затем в пределах этих кольцевых зон сталкиваются друг с другом и постепенно собираются в большие планеты.

В зависимости от того, как именно динамическая картина этих кольцевых возмущений (зон роста) наложится на первоначальное распределение плотности вещества в протопланетном диске, будет зависеть затем и итоговое распределение масс образовавшихся больших планет.

Если зона роста достаточно «просторна» и в ней изначально находилось достаточно много первичного газопылевого вещества, то формирующаяся здесь будущая планета имеет все шансы «дорасти» до планеты-гиганта типа наших Юпитера или Сатурна. Более того, так только среди многочисленных планетезималей данной зоны выделится один объект, в силу тех или иных причин обогнавший всех остальных по темпам роста и набравший наибольшую массу (так сказать, лидер президентской гонки), его рост ещё более ускоряется, интенсивность выпадения вещества на эту протопланету ещё более возрастает по сравнению с прочими кандидатами, и этот лидер роста всех остальных конкурентов либо поглотит, либо превратит в свои спутники. В тот период роста протопланет, пока выделенная гравитацией центральной звезды кольцевая зона ещё не будет очищена от мелкодисперсной материи в виде газа и пыли, такой гигант может по аналогичному механизму образовать вокруг себя диск меньшего масштаба (уже не протопланетный, а «протоспутниковый»), создать в нём похожие (но меньшие по масштабу) кольцевые возмущения плотности и зоны роста, и запустить процесс создания и роста зародышей своих собственных спутников. Эти спутники также образуют квазирегулярную систему вокруг своей родительской планеты.

Таким образом, процессы формирования и роста центральной звезды, протопланетного диска, планетезималей и планет, а также систем спутников вокруг протопланет-гигантов идут фактически параллельно. Последующая динамическая эволюция планетной системы может внести заметные коррективы в состав и порядок образованной планетной системы, однако принципиально картина, заложенная при её рождении, сохранится: вокруг звезды могут быть маломассивные планеты без спутников, планеты-гиганты со своими системами спутников, причём некоторые из них по размерам и массе могут быть вполне сопоставимы с планетами главной системы, а также обширная зона за пределами зоны формирования планет, где останутся недоразвитые планеты самых разных масс и собственных движений, окруженные мелкими телами типа кометных ядер, первичной пылью и разреженным газом.

Для внутренних планет из-за близости центральной звезды и «тесноты» соседних планет наиболее сильны гравитационные возмущения орбит. Процессы взаимного гравитационного воздействия довольно быстро убирают все маломассивные фрагменты из зон роста, «болтающиеся» между крупными планетными телами.

Возможные столкновения планетных тел (особенно на первичных стадиях эволюции всей планетной системы, когда их ещё много) порождают быстро разлетающиеся рои осколков, которые затем вполне могут быть захвачены планетами уже в качестве малых спутников. В нашей Солнечной системе такими осколками являются многие астероиды, а захваченными астероидами, в свою очередь, являются спутники Марса Фобос и Деймос, а также большинство малых спутников планет-гигантов (этих малых спутников сейчас известно много десятков).

В отношении Луны — спутника Земли, который по сравнению со спутниками других планет является слишком большим и слишком близким (относительно размеров Земли), имеются две конкурирующие гипотезы об образовании: либо в процессе совместного формирования двух сопоставимых тел как двойной планеты из общего родительского облака, либо в результате катастрофического удара по молодой Земле другого массивного протопланетного тела с выбросом большого количества поверхностного вещества на ближние орбиты и последующего собирания его в единое тело Луны.

4. *Последние годы во всём мире развернулся бум строительства сверхвысоких башен — небоскрёбов. Чем, по Вашему мнению, это вызвано? Какие существуют ограничения на подобные сооружения?*

Комментарий. Прежде всего — это процесс концентрации людей и капитала, а также рост цен на землю.

Также нужно отметить фактор, который стал доминировать в последнее время, — это изменение форм труда. Достаточно большое количество людей стало заниматься чисто офисной работой, соответственно — для них не требуются ни поля, ни заводы, а только офисные помещения. И естественно, что офисные помещения также наиболее оптимальным образом организуются в форме небоскрёбов, то есть большее число полезной площади на меньших участках земли.

Третий важнейший фактор, который подстёгивает строительство высоких башен, — это демонстративность и способы самовыражения. Эти способы самовыражения могут принадлежать как отдельной компании, так и отдельному городу или государству, потому что строительство помпезного здания всегда воспринимается как некоторое достижение той или иной системы.

Здесь имеет смысл рассмотреть несколько основных сценариев небоскрёба как высотного сооружения.

Первый сценарий — это строительство башни. Будем определять башню как сооружение, имеющее высоту меньше чем 1 км и размер основания существенно меньше, чем высоту. Здесь прежде всего работают конструктивные ограничения прочности и усталости материалов. Чем больше небоскрёб строится — тем более жёсткие требования к конструкции и к материалам, из которых она создаётся. Совершенно очевидно, что нельзя строить небоскрёбы, например, из кирпичей — такой небоскрёб просто рассыпется.

Следующий момент, который имеет принципиальное значение, — это геологическое основание, на котором строится небоскрёб. Если взять пример такого города, как Москва, то здесь очень неблагоприятные грунты, и в связи с массовым строительством высотных зданий в Москве эта проблема получила достаточное освещение и в прессе, и в научных исследованиях. Москва расположена на достаточно пересечённой местности, в которой обильно представлены оползни, карстовые явления, плывуны, подземные реки и т. д., которые не позволяют на этих грунтах строить высотные здания. А те здания, которые уже построены или будут построены в этих условиях, скорее всего ожидает печальное будущее на длительных сроках существования.

Как правило, небоскрёбы (в Америке небоскрёбом считается здание свыше 70 этажей — у нас пока таких нет) строятся на скальных основаниях. Таких надёжных геологических оснований в Москве практически нет.

Следующий раздел — это ограничения сейсмические, ветровые и собственные колебания, а также внутренние вибрации конструкции. Понятно, что в сейсмоопасной зоне строить высотные здания и нельзя, и нецелесообразно во всех отношениях, потому что следующее сильное землетрясение их скорее всего просто разрушит.

При достаточной высоте зданий (сотни метров) необходимо учитывать и очень сильные ветровые нагрузки, а также собственные колебания, которые могут развиваться в любой высотной конструкции. Типичнейшим примером катастрофического развития собственных колебаний является пример обрушения подвесного Такомского моста в США 7 ноября 1940 года. Изначально там было ветровое воздействие, которое затем переросло в неконтролируемые возрастающие собственные колебания конструкции. Естественно, такие нарастающие собственные колебания возможны не только в мостах, но и в высотных зданиях.

Следующее ограничение — это полёты самолётов. К сожалению, человечество уже имеет печальные примеры столкновения самолётов с высотными зданиями.

Отдельная и очень важная проблема — это пожарная безопасность высотных сооружений, которая нередко ставит предел целесообразности такого строительства.

При возрастании количества этажей резко растёт сложность и избыточность коммуникаций и всех обслуживающих систем этого здания. На каждом этаже всё больший процент площади уходит не на помещения основного назначения, а на вспомогательные помещения и обслуживающие системы. Таким образом, вряд ли можно думать, что будут сооружаться небоскрёбы-башни высотой более 1 км.

Из осуществлённых проектов можно привести пример Останкинской телевизионной башни — высота 525 метров. Но это, конечно, именно специальное инженерное сооружение — специальная конструкция «игольчатого» типа — не небоскрёб в полном смысле этого слова.

Ну а небоскрёбы — высотные здания башенного типа — сейчас реально строятся высотами 400 метров, в проектах до 600 метров высоты. Скорее всего они будут осуществлены — другое дело, насколько они окажутся функциональными и долговечными.

После «башни» рассмотрим вариант строительства небоскрёба под названием «гора». Гора характеризуется высотой не больше 10 км и размерами основания, сопоставимыми со своей высотой. Это действительно гора — сооружение типа пирамиды. Человечество уже делало попытки построения таких сооружений. Самым известным примером являются египетские пирамиды (напомним, высота Пирамиды Хеопса 157 метров). Это чисто геометрическая форма, полностью заполненная строительным материалом, за исключением некоторого количества внутренних камер и ходов. Строительство пирамид («небоскрёб-гора») с высотами километр, а тем более до 10 километров, ограничено тем, что здесь непомерно возрастают материальные затраты. Строительство горы высотой 10 км скорее всего будет сопоставимо с материальными возможностями человечества в це-

лом. Второй элемент — это чрезмерный срок сооружения. Мы не знаем точно, сколько строились египетские пирамиды, но понятно, что сооружение высотой 10 км будет строиться ни одно десятилетие даже с современными строительными технологиями. Сразу же встанет вопрос о том, стоит ли вообще такой проект затевать, а сроки его окупаемости становятся вообще непонятными (если вообще оценивать всё это с экономической точки зрения).

В пирамиде («горе») совершенно бесполезен основной объём. Использовать в том качестве, как мы привыкли использовать современные здания, можно только поверхностную часть пирамиды. При возрастании масштабов сооружения поверхностная часть будет занимать всё меньшую и меньшую долю в объёме этого сооружения. Внутренняя часть недоступна ни солнечному излучению, ни другим коммуникативным средствам. И возникает вопрос о том, что же там размещать — в этом гигантском объёме — жить там невозможно. Можно было бы разместить там производство — но зачем?

Следующий аспект — геодинамический. Даже если мы в какой-то момент сможем соорудить сооружение высотой 10 км, масса этого сооружения будет такова, что она вызовет проседание уже не земной поверхности, а земной коры в целом — высота сооружения становится сопоставимой с толщиной земной коры. Напомним, что естественные «постройки», в частности вулканические конусы на нашей планете точно также достигают предельной высоты примерно 10 км, после этого начинается проседание земной коры и проседание всей этой вулканической постройки вглубь. То есть вулкан сам себя «топит» в полужидкой магме нашей планеты. Точно так же и сверхнебоскрёб по системе «гора» при достижении высот порядка 10 км будет сам себя «топить».

Также в таком сооружении неизбежны сейсмические разрушения. Как бы такая конструкция ни была устроена, в ней придётся учитывать разрушения, вызванные землетрясениями.

Также имеется ещё более масштабное ограничение — это ограничение на общую численность человечества. Нетрудно посчитать, что при сопоставлении с современной городской застройкой ёмкость такого «небоскрёба» будет сопоставима с общей численностью населения Земли. Ну а зачем всё человечество собирать в одно сооружение?

При высотах более 1 км (и уже даже в башнях, высота которых будет составлять сотни метров) начинает ощущаться эффект разреженности атмосферы на высоте. То есть давление воздуха у подножия такого сооружения и на его вершине будет существенно разным, что будет создавать дискомфорт для его обитателей.

Однако сооружение таких объектов на нашей планете происходило. Правда строили их не люди, а кораллы. Около имеющегося острова возникают коралловые рифы, которые растут как гора друг на друге. Но с одним маленьким отличием от людской деятельности. Дело в том, что коралловый риф является живым только на поверхности. А основная масса — это умершие кораллы, которые, собственно, своими останками и образуют конструкцию рифа. Высоты коралловых отложений могут составлять более километра, то есть они могут быть сопоставимы с такими небоскрёбами. Но это, конечно же, совсем не то в плане функциональности.

И, наконец, третий режим небоскрёба — это так называемый проект «космического лифта». Параметрами космического лифта являются высота более 36 тысяч километров с размером основания, пренебрежимо малым по отношению к высоте. Основной смысл «космического лифта» состоит в том, что это нить или трос — какая-то линейная система, начинающаяся (закреплённая) у поверхности Земли и простирающаяся далеко за геостационарную орбиту высотой 36 тысяч километров. Грузы, поднятые на таком «космическом лифте» за пределы геостационарной орбиты, будут центробежными силами увлекаться в космическое пространство — верхняя часть такого сооружения будет за счёт центробежной силы поддерживать всю систему в вертикально-натянутом положении.

Этот проект, конечно, достаточно фантастический, но такое ощущение, что технически он может быть реализован благодаря современным достижениям науки о наноматериалах. По оценкам, прочность материалов, которые могут быть созданы в будущем, достаточна, чтобы из них построить такую линейную систему, выдерживающую те механические напряжения, которые в ней возникнут.

Принципиальным ограничением для космического лифта является существование ближних искусственных спутников Земли, поскольку орбиты их, очевидно, будут пересекать такой небоскрёб, и дальше человечеству придётся выбирать одно из двух: либо мы строим «космический лифт» за пределы геостационарной орбиты — но тогда мы должны будем отказаться ото всех нижних спутников и убрать их с орбиты, чтобы они не врезались в него, либо мы пользуемся традиционной космонавтикой, запускаем спутники с помощью разовых ракет (или многоразовых «челноков») — но тогда «космический лифт» не строим. Наверное, уже лет через 100 человечеству придётся этот выбор сделать.

5. *Вокруг чего вращается небо?*

Ответ. «Вращение неба» — видимый эффект, обусловленный движением Земли, на которой находится наблюдатель.

Основной вклад в этот эффект вносит суточное вращение Земли вокруг своей оси. Соответственно, при наблюдении звёздного неба кажущимися центрами вращения неба являются точки, расположенные на небе точно над Северным и Южным географическими полюсами Земли.

На очень близком угловом расстоянии от центра вращения, наблюдаемого в Северном полушарии, расположена (в современную эпоху) Полярная звезда, которая по этой причине иногда и указывается как центр вращения.

Кроме суточного вращения, существует несколько более тонких эффектов движения Земли, которые вносят соответствующие поправки при определении положения кажущегося центра вращения неба.

Комментарий. Это типичный пример вопроса, который поставлен слегка некорректно (может быть), но именно для того, чтобы участники могли подумать и немножко шире взглянуть на вопрос. Вопрос, как вы теперь можете догадаться, вообще о понимании того, что любое движение относительно, любая система координат, в которой мы находимся, является подвижной.

Поэтому, когда говорят, кто относительно кого движется, или кто относительно чего вращается — нужно понимать, что все мы так или иначе находимся в движении. В частности, на движущейся планете.

Наверное, по этому вопросу больше и нечего добавить — за одним исключением. Любой простой вопрос на самом деле не простой, а многослойный.

Есть эффект движения полюса Земли. То есть ось вращения Земли, которая условно проводится через нашу планету, непостоянна в её теле. И Земля вращается таким образом, что тело Земли относительно этой динамической оси вращения немножечко «пробалтывается». Это так называемый эффект движения полюса. Эффект, к счастью, маленький. Траектории движение полюсов (имеются ввиду географические полюса, связанные с осью вращения Земли — не путать с магнитными полюсами) по поверхности Земли представляет собой примерно незамкнутый эллипс около 30 метров размером.

На бытовом уровне это, конечно, не имеет никакого значения. Но для современных навигационных систем, а также для всех современных измерительных систем, которые работают на нашей планете — это вполне измеряемый известный эффект движения полюса.

Динамические эффекты поведения оси вращения Земли относительно звёздного неба. Ось вращения Земли непостоянна в пространстве, она совершает прецессионные движения по конусу равного наклона 23° и период этого прецессионного движения составляет около 26 тысяч лет. Поэтому на небе Полюс мира у нас непостоянен. Сейчас мы живём в такую эпоху, когда Полюс мира расположен примерно около Полярной звезды, почему собственно эту звезду — β Малой Медведицы — мы и называем Полярной. На самом деле угловое расстояние от Полюса мира до Полярной звезды в современную эпоху больше 0,5°.

А в другие эпохи (другие тысячелетия) полярными звёздами были совсем другие звёзды. Например, 12 тысяч лет назад (и, соответственно, 12 тысяч лет вперёд) это будет звезда Вега — яркая звезда нынешнего Северного полушария. В некоторые исторические эпохи «полярной звезды» вообще не было — Полюс Мира находился в относительно пустом месте.

И второй, более маленький эффект — это периодические колебания оси вращения Земли вокруг своего среднего положения, связанные с движением Луны вокруг Земли. Это так называемый эффект нутации. Амплитуда этих отклонений составляет примерно от 4 до 9 градусов по разным направлениям отклонения.

6. *Какие Вы знаете природные и искусственные лабиринты? Как они образовались? С какой целью лабиринты создавались людьми?*

Комментарий. Лабиринт — достаточно частный случай двухфазной системы, когда у вас есть среда, заполненная одним состоянием вещества, и в ней есть некоторые пространственно-выделенные области, заполненные другим состоянием вещества. То есть сосуществование двух фаз в заданной области. Вообще говоря, любая такая система может быть названа лабиринтом, даже если это просто система пустот, например, какое-то пористое тело.

Как они образуются? Если вы, исходя из общего определения, посмотрите внимательно вокруг себя, вы поймёте, что лабиринтами является практически большинство вещей, которые нас окружают. Например, кресло. Взять его обивку — это сочетание нитей, пустот между ними, и т. д. Возьмите всё это здание (имеется ввиду здание МГУ, где проводился разбор заданий конкурса по астрономии) в целом — опять таки сочетание стен, переходов, пустот, перекрытий, зала, где мы с вами сидим, и т. д. Всё это — типичные лабиринты.

Вообще говоря, как только в какой-то однородной среде появляются неоднородности (кристаллики льда, капельки воды, частички осадка, образовавшиеся в результате химической реакции, пузырьки пара, . . .), мы можем назвать получившуюся структуру лабиринтом. (Эти неоднородности могут между собой тем или иным образом соединяться.)

В качестве несколько необычного примера лабиринта рассмотрим процесс возникновения грозовой молнии. У нас есть область воздуха, в которой как-то распределены водяные капли. Плюс к этому грозовое облако пронизывается треками частиц космического излучения, которые дают слабую ионизацию в разных случайных направлениях (примерно как в стогу сена соломинки натыканы).

Эти треки живут очень недолго. И если в какой-то прекрасный момент случится так, что две противоположно заряженные области в грозовом облаке соединятся через систему этих треков и капелек (произойдёт такое «замыкание»), то тогда через этот сложный очень извилистый путь может произойти разряд двух частей грозового облака, и возникнет молния — такая, как мы её наблюдаем. Понятно, почему она очень извилистая. Понятно также, что эту систему — когда в облаке есть капельки, которые постоянно падают, и треки частиц, которые их постоянно пересекают случайным образом, вообще говоря, вполне можно назвать лабиринтом. Одной из реализаций пути в этом лабиринте и становится трек молнии.

Пример биологической системы — кровеносная система животных. Опять-таки, типичный лабиринт для микроорганизмов меньшего размера. Кровеносная система, как вы знаете, начинается в сердце, сначала идут крупные сосуды, потом они разветвляются до капилляров, пронизывают всю живую ткань организма потом они опять собираются из венозных капилляров в крупные сосуды и возвращаются в сердце. Эта система действительно очень хорошо иллюстрирует все признаки лабиринта — и пространственную разветвлённость, и переход от крупных систем к мелким с последующим сбором.

Наиболее известные природные лабиринты, которые все вспоминают сразу, когда говорят о лабиринтах природного происхождения — это, конечно, пещеры. Пещеры чаще всего образуются в слоях известняка. Это осадочные породы, они образовались на дне древних морей и океанов из остатков умерших животных, обладавших известковыми панцирями — ракушки, моллюски и т. д. Они спрессовались — получились толщи известняка. И когда эта порода вышла из океана на поверхность земли и находится здесь в виде известняковых меловых гор, то те дожди и та вода, которая попадает на них сверху, проникает через трещины — она начинает их размывать и растворять. В зависимости от того, как сложились трещины в этих породах, и как интенсивно поступает туда вода, дальше идёт процесс размывания и начинают образовываться карстовые пещеры.

Система трещин — тоже пример естественного лабиринта. Любую систему пор, например вулканический туф — пористый материал природного происхождения, также можно рассматривать как лабиринт.

Карстовые явления названы так по названию места, где такие явления очень распространены, — альпийское плато Крас в Словении (там расположена всемирно известная пещера Постойнска-Яма). Много интересных карстовых пещер находится в Крымских горах.

Человечество сейчас уже понимает, что любые природные явления — это вещь красивая, нужная и доходная при правильной организации дела. Поэтому большинство пещер, которые достойны посещения, уже оборудованы к культурному посещению. И вы можете, заплатив умеренные деньги, их посмотреть. Но это больше относится к европейским странам. В России тоже очень много таких пещерных образований — к сожалению, немногие из них достаточно оборудованы к безопасному и культурному посещению. Но, всё впереди.

Известен один интересный пример пещеры, образовавшейся не в результате размывания пород водой, а в результате вулканического процесса. Эта пещера находится на острове Тенериф (Канарских острова). Что там происходило? Обычное магматическое извержение вулкана, шёл поток лавы. Дальше, если лава достаточно жидкая, она течёт быстро, выглядит это как огненная река расплавленного материала, у неё есть стационарное русло. И поток течёт в этом русле. Соответственно, внешние края начинают немножечко остывать, становятся более вязкими. И получается такая система самопостроения ложа: внешние края становятся вязкими и останавливаются — а посередине наиболее горячая и наиболее жидкая часть. И вот края этого потока и верхняя часть остыли и затвердели, а внутренняя часть, жидкая, стекла вниз — образовалась туннелеобразная пустота — пещера. Естественно, сейчас она уже тоже полностью окультурена, там имеется кинозал, кафе. Получился очень интересный туристический объект.

Ещё один пример — это карстовый лабиринт в центре Будапешта. Будапешт — город, состоящий из двух частей. Высокая часть — Буда — это типичная известняковая гора на берегу Дуная. Нижняя часть — Пешт — равнинная, на другом берегу Дуная. Раньше это было два города, затем они слились в единый город Будапешт.

И вот в этой меловой (известняковой) горе имеется большое количество мощных карстовых промоек. В том числе достаточно крупные для подземных путешествий пустоты, расположенные под центральной исторической частью города. Туда ведёт очень поэтический вход... Через резную дверку спускаешься вниз по лесенке и оказываешься в каких-то таких подземных дворцах. Там сейчас очень симпатичный музей. Там есть план подземелий — он очень такой запутанный, там масса всяких ответвлений, тупиков... Посещение доставляет большое удовольствие.

Это что касается естественных лабиринтов.

Теперь поговорим об искусственных лабиринтах.

Мы с вами, как вы знаете, произошли от обезьян. Которые, при наступлении ледникового периода слезли с деревьев и начали искать себе убежище. Совершенно естественно, что убежищами стали близлежащие пещеры естественного

происхождения. И мы с вами (точнее, наши предки) некоторое время жили в пещерах — почему мы с вами их так любим с тех пор.

И прятались там от холода, хищников, налоговых инспекторов и других внешних факторов. Кстати, трансформированная доисторическая пещера — это все дома, в которых мы сейчас живём. Это искусственные стены, дверь, логово в виде какой-нибудь софы, система отопления и т. д. Это просто не более чем техническое усовершенствование древних пещер.

Когда люди стали осваивать пещеры, стали залезать в эти карстовые системы, обнаружили, что они бывают очень сложными по своей структуре. Сложность этой структуры определяется течением тех водных потоков, которые их размывали. Они действительно могут быть фантастически сложными. Рекордные пещеры естественного происхождения бывают несколько километров длиной, на разных уровнях и т. д. Спелеология — это отдельная отрасль человеческой деятельности, отчасти наука, отчасти — спорт.

Когда это было не удовольствием, а жизненной необходимостью, люди обнаружили, что они достаточно сложны. Исторически с тех пор сохранилось наше доисторическое воспоминание о сложных, тёмных, таинственных закоулках в таком мифе, как миф о Минотавре. И, соответственно, лабиринт.

Согласно древнегреческому мифу, на Крите жил царь Минос. У него был в домашнем хозяйстве лабиринт, он туда кого-то заманивал из каких-то корыстных соображений. В лабиринте у него сидел минотавр — такое чудовище с телом человека и головой быка, которое кушало кого надо. И, соответственно, кто туда попадал, тот оттуда не выходил. Всё замечательно. И вот нашёлся очередной герой, который был слишком умный, взял у своей подруги Ариадны верёвочку, пошёл по верёвочке, с Минотавром договорился, вернулся по верёвочке обратно.

Наиболее вероятным реальным основанием этого мифа является Кносский дворец на Крите, который имел очень разветвлённую по тем временам инженерную структуру. Конечно, если Кносский дворец сравнить со зданием МГУ, то это здание выиграет — и по масштабам, и по структурированности помещений. Но это здание построено, грубо говоря, вчера, а Кносский дворец — несколько тысяч лет назад.

И вот, люди поняли, что это всё достаточно интересно, и начали создавать лабиринты искусственно.

В первую очередь это сооружения сакрального назначения, то есть когда человеку нужно подчеркнуть какую-то значимость чего-то. Чтобы тот, кто будет посетителем, вошёл и понял, что он не зря сюда вошёл, что здесь нужно вести себя хорошо, нужным образом и почитать того, кого положено.

Соответственно, моделью лабиринта являются любые храмовые сооружения. Вы входите в какие-то врата, там какие-то помещения так, какие-то помещения так — в разных конфессиях разные правила построения. Но каждый раз это очень впечатляет.

Ну а если взять современность, то опять-таки, исходя из общего принципа пространственной неоднородности, можно привести такие примеры лабиринтов, как современные города с системами улиц, современный метрополитен и все подземные системы сооружений, и т. д.

Есть виртуальные лабиринты. Например, трассы самолётов, нанесённые на карту — типичный виртуальный лабиринт.

Непонятно, естественным или искусственным лабиринтом считать, например, муравейник. Или норы животных. Например лисьи — из которых на всякий случай всегда есть несколько выходов. Или мышиные системы — там много уровней, в одной комнатке зерно такое-то, в другой комнатке — орешки такие-то. Мыши — очень хозяйственные животные, у них очень сложная система нор. Со всеми выходами, одно помещение у неё для того, чтобы поспать, другое — для того, чтобы поесть... Вот всё в полном порядке.

Декоративные лабиринты — садовые и орнаментальные. Пример садового лабиринта хорошо описан в произведении Джерома Клапки Джерома (1859–1927) «Трое в лодке, не считая собаки» — герои этого произведения как раз в таком зелёном лабиринте заблудились.

Такого рода лабиринты вы можете наблюдать, например, в Версале. Это типичные декоративные лабиринты из кустиков, деревьев.

На Соловецких островах есть лабиринты, выложенные из больших валунов. Похожие древние сооружения есть и в других северных странах — на севере Норвегии, в Финляндии. Это — искусственные сооружения демонстративного характера.

Военные лабиринты. Мины и контрмины. До тех пор, пока не была развита артиллерия, люди строили крепости. Крепостная стена — и не залезешь! А если залезешь — сверху что-нибудь сбросят или польют. Крепость — очень серьёзное сооружение доартиллерийской эпохи. Как с ним бороться? Начали копать мины. Мина (значение слова той исторической эпохи) — это такой тайный ход, который противник копает под стену, туда закладывает порох, взрывает. Стена рушится. Это тоже лабиринт, подземный ход. А как только начали делать мины — стали строить и контрмины — подземные ходы из крепости наружу под крепостные стены. И как только слышат, что там копают враги, — им навстречу суют несколько мешков пороху и взрывают.

Потом, соответственно, стали делать бункеры и всякие другие интересные военные сооружения под землёй.

7. *Часы собора города Солсбери (Великобритания) действуют с 1386 года и за это время совершили уже более 500 млн. колебаний. Между тем, Г. Галилей установил изохронность маятника только в 1583 году, а первые маятниковые часы были созданы Х. Гюйгенсом в 1658 году. Как же действуют эти самые старые в мире часы в городе Солсбери?*

Ответ. Стандартная схема механических часов обычно состоит из двух элементов:

(1) движущаяся механическая система, положения которой периодически повторяются через примерно равные промежутки (периоды) времени (а также механизм, который постоянно поддерживает работу этой системы);

(2) механизм, который считает периоды (при этом по возможности оказывая как можно меньшее влияние на величину этих периодов) и отображает результаты подсчёта наглядным образом (например, в виде положения стрелок).

В своё время в качестве (1) наиболее удачным оказалось применение системы с подвесным маятником, которая давала наилучшую точность по сравнению с другими известными в то время вариантами.

Однако различные другие варианты также возможны. Они применялись до изобретения и распространения маятниковых часов. Применяются они и сейчас, например, в наручных механических часах.

В часах в Солсбери в качестве механизма (1) используется так называемый билянец — горизонтальный поворотный маятник, который в своих крайних положениях ударяется об ограничители и запускается в обратную сторону. «Эталонным» интервалом времени в этой системе служит время прохождения поворотного маятника от одного ограничителя до другого.

Видеоролик, показывающий работу механизма часов в Солсбери, опубликован в интернете: http://www.one.revver.com/watch/368034.

Комментарий. Время — это очень нужный параметр. Все мы стараемся не опаздывать. Временем так или иначе все мы пользуемся. Наши предки начали пользоваться временем задолго до того, как стали людьми. Утром просыпались, вечером ложились спать. Всё-таки в отсутствии искусственного освещения мы с вами — существа дневного образа жизни.

Поэтому естественно, что самые первые часы (исторически), которые человечество создало, были часы солнечные. Устройство солнечных часов известно с глубочайшей древности. На ровной площадке ставится вертикальный шест или обелиск (в Древнем Египте для самый большой известный солнечный обелиск имеет высоту 24 метра). Солнце, двигаясь по небосводу, отбрасывает тень. Тень движется по поверхности площадки. Эту площадку можно разметить, и по положению тени относительно отметок определять время. Увы, такие часы «работают» только днём и только в солнечную погоду.

Напомним, что в Древнем Египте была принята десятеричная система исчисления — по числу пальцев на руках. Соответственно, день делился на 10 частей, которые мы сейчас называем часом. В начале и в конце как дня, так и ночи прибавлялось по одному «дополнительному» часу: рассвет и закат. Получилось 12 часов дня и, соответственно, 12 часов на ночь, итого 24 часа в сутках. В ту эпоху, конечно, принципиально не было речи о том, чтобы временна́я шкала была равномерной — в этом не было никакой практической необходимости. Это сейчас мы привыкли жить по секундам, а современные технические системы работают с точностью до микросекунд; лазеры могут генерировать импульсы продолжительностью в фемтосекунды (это 10^{-15} секунд). Мы живём и перемещаемся в мире навигационных систем, которые работают с потрясающими точностями.

Кроме солнечных часов, в разное время было придумано множество других способов измерения времени: песочные часы (песок тонкой струйкой пересыпается из одной ёмкости в другую за определённое время), водяные (вместо песка используется воды), огненные (шнурок, сгорающий за определённое время; свечка — на неё иногда даже наносили деления; лучина; масляный фитиль — определённое количество масла сгорает за определённый промежуток времени; и много других конструкций).

Все эти системы существуют с древности, и все они, конечно же, с нашей современной точки зрения, — неточные. Кроме того, все они достаточно кратковременного действия.

И перед человечеством встала задача: ну как же всё-таки мерить время по возможности более равномерно, и по возможности длительные интервалы времени — хотя бы сутки. То есть чтобы часы можно было обслуживать хотя бы раз в день и чтобы они хотя бы эти сутки работали — день и ночь.

Механические часы начали появляться в Европе начиная примерно с 11 века. В это время уже было известно достаточно много механизмов самого различного назначения. И люди заметили, что есть такие механические системы, которые совершают периодические колебания. И время можно отсчитывать по количеству этих колебаний.

Очевидно, кто-то придумал «совместить» солнечные часы с таким механическим приспособлением. То есть «заменить» на циферблате солнечную тень часовой стрелкой, которая равномерно вращается с помощью такого приспособления. Кто и когда (точно) — мы, к сожалению, не знаем. Да и скорее всего часы создавались не одним человеком, а достаточно длительное время, в результате многочисленных проб и ошибок.

Представьте себе, что вы берёте апельсин в руку и начинаете им жонглировать, как любой фокусник в цирке. Вы берёте его, одной рукой подбрасываете, другой ловите, опять подбрасываете. Процесс полёта апельсина от одной руки до другой занимает некоторое время. Более или менее постоянное. Именно по такому принципу устроена колебательная система часов собора в Солсбери. Эта система очень похожа на вращательный маятник. Это коромысло с грузами на конце, и оно поворачивается из одной стороны в другую. Когда система доходит до крайнего положения, она получает механический толчок в противоположную сторону и начинает поворачиваться обратно. Доехала до конечного положения — опять механический щелчок в другую сторону.

Внизу находится система зубчатых колёс — механизм, который и обеспечивает это. Вот так вот она и крутится: туда-сюда. Получаются периодические движения. Каждый раз системе даётся некий механический импульс, который потом уходит в силу трения. Так вот это коромысло туда-сюда вращается.

Естественно, что период вращения этой системы очень сильно зависит от того, как хорошо смазали ось вращения, от того, как хорошо натянута там верёвочка, которая связана с грузиком, который даёт толчки, от всяких деформаций механизма, связанных как с его работой, так и с температурой окружающей среды, и т. д. Такая поступательно-возвратная система (называется она билянец) давала ошибки около получаса на протяжении суток.

Такие часы, естественно, были крайне редкими, максимум одни на большой город, и их, естественно, ставили в соборах, на колокольнях, на башнях крепостей. Стрелка на часах этого периода была только одна — аналог тени Солнца на солнечных часах, то есть часовая стрелка. Напомним, что в ту эпоху день начинался с рассвета и, соответственно, отсчёт часов шёл с утра, то есть считались часы дневные (по порядку), а потом часы ночные. Полдень появился (в нашем понимании) существенно позже, при создании уже качественных часов Гюйгенса.

Именно такими — без подвесного маятника — были и первые часы московского Кремля, установленные в 1404 году. (У них даже не было циферблата — механизм 1 раз в час ударял в колокол.)

Почему мы рассмотрели конкретно этот пример — Солсберийского собора, именно этот экземпляр часов. Действительно эта механическая система была создана в 1386 году. Она отнюдь не самая старая в своём роде. Наверняка были более старшее — они просто не сохранились (многие часы впоследствии были просто усовершенствованы — билянцевый механизм заменялся на маятниковый, а стрелки и всё остальное оставалось прежним; увы, в результате большинство таких механизмов было утрачено). Но вот спасибо англичанам — они сумели эти часы сохранить. Естественно, что часы не работали непрерывно в течение 600 лет — они многократно ремонтировались и реставрировались. Многие элементы у них воспроизведены по аналогии. Сейчас, по-видимому, это единственные в мире действующие догалилеевы часы, которые можно посмотреть.

Галилей был выдающимся математиком, механиком, и вообще учёным очень разносторонних интересов. К тому времени (конец 16 века) стало понятно, что время нужно мерить точнее, чем это могли делать часы, о которых мы рассказали выше. И Галилей, очевидно, задумывался над этим вопросом.

По легенде в 1583 году во время посещения собора в городе Пиза (Италия — там, где Галилей жил и работал профессором в Пизанском университете) учёный обратил внимание на колебания под действием ветра люстр этого собора и заметил, что период колебаний этих люстр не зависит от амплитуды их качания. (Эту легенду непременно расскажут всякому, кто придёт в собор на экскурсию.) Если маятник отклоняется не слишком сильно, его период, действительно, почти не зависит от амплитуды.

Тут произошёл некий исторический казус. Благодаря тому, что маятниковые системы могут иметь период колебаний существенно более точный, чем, например, балансирные системы, которые тоже были созданы Гюйгенсом примерно в то же время, исторически несколько веков в Европе доминировали именно маятниковые механические часы. Собственно, они и есть галилеевы часы. Хотя балансирные системы взяли свой реванш потом, когда потребовалось иметь носимые часы.

А когда потребовалось — это произошло ещё спустя 200–300 лет — часы носить с собой — тут уже балансирные системы вышли вперёд. Балансир — это крутильный маятник с пружинкой. Если у кого ещё сохранились вместо электронных механические часы — можно открыть и посмотреть — там именно такой балансирный механизм и работает.

Этот же балансирный механизм нашёл своё революционное применение в морских хронометрах. Когда потребовалось для интересов судовождения иметь время на корабле (маятниковые часы на корабле не поставишь — они там не будут работать), как раз именно балансирные системы стали основой для создания морских хронометров. Располагая точным временем, по астрономическим наблюдениям можно точно определять свою долготу (для определения широты точное время не требуется). И, соответственно, плыть туда, куда нужно, а не туда, куда ветер несёт.

Отметим, что в современной физике колебаниями обычно называют процессы, происходящие с периодическим перераспределением энергии из одной формы в другую. Например, для подвесного маятника это потенциальная и кинетическая энергия, для пружинного (который используется в часах балансирной системы) — это кинетическая энергия вращения и потенциальная энергия упругой деформации пружины.

Движения билянцевой системы в строгом смысле слова не являются колебательными (хотя это слово и употребляется в тексте вопроса). Здесь основное взаимодействие определяющее величину периода «колебаний», происходит только в короткие промежутки времени в крайних положениях системы. Соответственно, усилия, возникающие в эти моменты, существенно больше тех, которые возникают в «настоящих» колебательных системах такой же массы и с таким же периодом. Поэтому для достижения сравнимой точности хода часов билянцевую систему следует изготавливать с существенно более жёсткими требованиями по точности и свойствам материалов, чем маятниковую.

В конце 16 века (да и в последующие столетия) такие требования были технически невыполнимыми, что и предопределило преимущества использования в часовых механизмах маятниковых и других колебательных систем.

Критерии оценок и награждения

Было предложено 7 заданий. Каждое задание оценивалось в баллах по примерным критериям, приведённым в конце раздела.

Следует отметить, что приведённые критерии являются достаточно примерными, и решение о выставлении окончательной оценки принималось жюри. При этом наиболее типичными были две ситуации.

1) Школьник перечисляет объекты, имеющие отношение к ответу на поставленный вопрос, но не даёт пояснений, позволяющих убедиться в том, что автор ответа верно понимает рассмотренную в задании ситуацию и текст своего ответа. В этом случае решение о выставлении баллов жюри приходилось принимать в существенной степени произвольно.

2) Школьник хорошо разбирается в поставленном вопросе и даёт грамотный подробный ответ. При этом он, естественно, получает большое количество баллов. Но сколько именно баллов следует выставить — определить не очень просто, учитывая большое количество перекрёстных логических связей между различными элементами ответа. К тому же в этой ситуации подсчитанное в точном соответствии с формальными критериями количество баллов не отражает реальных успехов школьника в выполнении задания.

В связи с этим жюри была разработана система награждения, по возможности устраняющая названные проблемы.

При награждении учитывалась сумма баллов по всем заданиям, количество засчитанных заданий, а также класс, в котором учится участник.

Задания считались выполненными успешно (засчитывалось), если:
за задания с 1 по 6 было поставлено 3 балла или больше,
за задание 7 было поставлено 4 балла или больше.

Оценки «v» (грамота за успешное выступление на в конкурсе по астрономии и наукам о Земле) и «e» (балл многоборья) ставились в соответствии с таблицей (нужно было или набрать сумму баллов не меньше указанной в таблице, или количество засчитанных заданий не меньше указанного в таблице).

При оценивании в баллах каждого задания использовались следующие примерные критерии. (Разумеется, правильные ответы могли быть построены любым выбранным автором разумным способом, не обязательно точно совпадающим с приведённым, также оценивались все приведённые в ответах примеры, в том числе и непосредственно не указанные в критериях.)

Класс	«e» (многоборье)		«v» (грамота)	
	сумма баллов	количество заданий	сумма баллов	количество заданий
⩽5	5	—	10	1
6	6	—	11	1
7	6	1	12	2
8	7	1	12	2
9	8	1	13	2
10	9	2	14	3
11	10	2	14	3

(В случае, если поставлена оценка «v», оценка «e» не ставится.)

1. На каких планетах есть облака, а на каких — ясное небо?

Тезисы ответов	*Баллы*
Облако — пространственно выделенная часть газовой или жидкой среды, в которой находятся частички иного фазового или химического состава.	2
Планеты с мощной атмосферой.	1
В Солнечной системе — Венера, Земля, Марс, все планеты-гиганты.	по 1

От чего это зависит?

Дегазация планетных тел — образование атмосферы — вулканизм и газо-пылевые выбросы.	2
Масса планеты — удержание атмосферы.	2
Стратификация атмосфер — фазовые переходы — конденсат (Земля — H_2O, Венера — H_2SO_4).	2
Приповерхностные движения атмосферы — вовлечение частиц с поверхности (пылевые бури пустынь, на Марсе, смерчи, торнадо и др.)	2

Почему облака не падают?

Капельки и пылинки падают, как и все тела, например — выпадение дождя.	1
Скорость установившегося падения в вязкой среде для малых частиц меньше, чем скорость турбулентных движений среды — облако «висит».	2

Примеры: облачные слои Венеры, гигантов; устойчивые вихри — Красное пятно Юпитера и др.	2

2. Всем известны вулканы, из которых изливается магма. А какие ещё вулканы бывают?

Вулканизм — как проявление дегазации недр планеты.	2
Подводные вулканы — «чёрные курильщики».	2
Грязевые вулканы.	2
Гейзеры.	2
Фонтанирующие скважины.	1
Вулканы на других планетах (Венера, Марс, Ио, кометные ядра).	3

3. Почему у одних планет много спутников, а у других — мало или совсем нет? Откуда у нас Луна?

Образование: протопланетный газо-пылевой диск — рои планетезималей.	2
Концентрация массы — конкуренция зародышей планет и выпадение.	1
Внутренние планеты — сильные гравитационные возмущения орбит и устранение всех маломассивных фрагментов.	2
Гиганты — мощная гравитация и собственные субпланетные системы.	2
Астероиды — гравитационный захват новых спутников (Фобос и Деймос).	2
Транснептунные тела — незавершённость формирования планетных тел.	1
Луна — теория ударного (катастрофического) образования из материала Земли.	1
«Закон Кеплера»: Венера — 0, Земля — 1, Марс — 2?, Юпитер — 4, Сатурн — 8?	1

4. Последние годы во всём мире развернулся бум строительства сверхвысоких башен — небоскрёбов. Чем, по Вашему мнению, это вызвано?

Концентрация людей и капитала — экономия места, рост цен.	1
Изменение форм труда — офисные помещения.	2
Демонстративность (компании, города, государства).	1

Какие существуют ограничения на подобные сооружения?

«Башня» ($H < 1$ км, $L \ll H$): конструктивные ограничения прочности и усталости материалов; геологическое основание (оползни, карст, плывуны, и др.); сейсмические, ветровые и собственные колебания, внутренние вибрации; полёты самолётов; пожар; сложность и избыточность коммуникаций и обслуживающих систем.	по 1

«Гора» ($H < 10$ км, $L \approx H$): непомерность материальных затрат; чрезмерный срок сооружения; бесполезность основного объёма; проседание земной коры; сейсмическое разрушение; ограничение на численность Человечества. (Сравнить: коралловый риф.)	по 1
«Космический лифт» ($H > 36000$ км, $L = 0$): прочность наноматериалов; ближние ИСЗ.	по 1

5. Вокруг чего вращается небо?

Видимый эффект — вращение Земли.	1
Ось вращения Земли — Полюс мира.	1
Полярная звезда — отстоит от полюса больше, чем на 0,5 градуса.	2
Вариации оси вращения Земли — прецессия и нутация.	3

6. Какие Вы знаете природные и искусственные лабиринты? Как они образовались? С какой целью лабиринты создавались людьми?

Природные пещеры — карстовые — водная эрозия (исключение — пещеры в остывших лавовых потоках).	2
Использование: убежище, первобытное жилище (дом — как искусственная пещера).	2
Природные лабиринты: муравейник, норы животных.	по 1
Искусственные пещеры и лабиринты: религиозные и сакральные (дольмены, пещерные монастыри); декоративные (садовые и орнаментальные); военные (мины и контрмины, бункеры); инженерные и транспортные (подземные коммуникации, метро). Мегаполис — лабиринт улиц.	по 1

7. Часы собора города Солсбери (Великобритания) действуют с 1386 года и за это время совершили уже более 500 млн. колебаний. Между тем, Г. Галилей установил изохронность маятника только в 1583 году, а первые маятниковые часы были созданы Х. Гюйгенсом в 1658 году. Как же действуют эти самые старые в мире часы в городе Солсбери?

Система без собственной частоты колебаний: билянец — механическое устройство с возвратно-поступательным движением за счёт периодических встречных импульсов в крайних положениях маятника системы. Очень низкая точность периода движений.	5
Колебания — периодическое изменение состояний системы, связанное с попеременным превращением энергии из одной формы проявления в другую форму.	5
Другие часы: солнечные, водяные, огненные, песочные.	по 1

2006

XXIX ТУРНИР им. М. В. ЛОМОНОСОВА

1 октября 2006 г.

ОТЧЕТ

Ломоносовский турнир — ежегодный турнир по разным предметам для всех желающих школьников. Традиционно он проводится в последнее воскресенье перед первой субботой октября. XXIX турнир состоялся 1 октября 2006 года. Следующий, XXX Турнир им. Ломоносова планируется провести **в воскресенье 30 сентября 2007 года**.

Турнир продолжается примерно 5–6 часов. Сколько предметов выбрать, сколько времени потратить на каждый из них и в какой последовательности — каждый участник решает сам (конкурсы проходят в разных аудиториях и всегда можно перейти из одной аудитории в другую). Жюри не определяет самых лучших участников (1, 2, и 3 места). Грамотами «за успешное выступление на конкурсе по. . . (предмету)» награждаются все школьники, написавшие хорошие работы. Такие работы отмечаются латинской буквой «v». Когда-то это было «внутренним» обозначением жюри, оно оказалось удачным и стало общеупотребительным. Например, на почтовой открытке (всем участникам посылаются открытки с результатами по каждому заданию каждого конкурса, в котором участник участвовал) удобнее поставить одну букву «v», чем печатать полностью «грамота за успешное выступление» — места на открытке мало, а предметов может быть много, иногда все девять: математические игры, математика, физика, химия, история, биология, лингвистика, астрономия и науки о Земле, литература.

Ещё одна традиция турнира — буква «e». Она ставится вместо «v» за «промежуточные» результаты по предметам, когда в работе достигнуты определённые успехи, но грамоту за это участник не получил. Если у одного участника окажется две (или больше) буквы «e» — его работа на разных конкурсах будет отмечена грамотой «за успешное выступление по многоборью».

Но ещё раз отметим, что на Ломоносовском турнире главное — не борьба, а то, что участники турнира узнают и чему научатся на самóм турнире (решая

предложенные задания самостоятельно или прочитав эту книжку), на кружках и в школах, куда их пригласят (всем школьникам, пришедшим на турнир в Москве, выдаётся листок с расписанием олимпиад и кружков на учебный год).

Отметим наиболее интересные задания и темы этого турнира.

Зима 2006/2007 учебного года выдалась необычайно тёплой, было побито несколько календарных рекордов температуры воздуха за всю историю метеонаблюдений в Москве. Жюри, задавая школьникам вопрос «Почему зимой гроз не бывает?» (конкурс по астрономии и наукам о Земле), заранее про такую тёплую зиму ничего не знало и предполагало. Но совершенно случайно нам представилась возможность проверить, будут ли зимой грозы, если «убрать» весь снег и лёд и «прогреть» воздух до положительных температур. Подробнее про грозы вы можете прочитать в ответе на вопрос № 6 (стр. 460).

Из ответов на вопросы конкурса по астрономии и наукам о Земле вы также узнаете, сколько звёзд на нашем небе (вопрос № 1, стр. 446), как определять положение Солнца на небе по фазам Луны и почему от восходящего Солнца расходятся «лучи» (вопрос № 2, стр. 448), что означает псевдоним Марк Твен (вопрос № 4, стр. 455), почему Чёрное море — «слоёное» и какие ещё бывают «слоёные» моря (вопрос № 5, стр. 457).

Отличительная черта конкурса по литературе — тексты ответов и решений (стр. 412) подготовлены не жюри, а написаны самими участниками в конкурсных работах. Задача жюри здесь — подобрать для публикации наиболее удачные, точные, содержательные и интересные ответы, дополнить, уточнить и прокомментировать их. Как показывает опыт, серьёзные литературоведческие тексты, написанные взрослыми, с точки зрения школьников часто оказываются сложными для чтения и понимания, а иногда и просто скучными. Литературный конкурс Ломоносовского турнира предоставляет уникальную возможность исправить эту ситуацию. Среди нескольких тысяч участников — школьников разных классов, разных школ и регионов, обязательно находятся очень хорошие работы. Собранные вместе, они позволяют составить решения заданий литературного конкурса намного лучше, понятнее и интереснее для школьников, чем это получилось бы у жюри самостоятельно.

Первое задание конкурса по литературе традиционно формулируется в форме «Что такое. . . ». В прошлые годы это были рифма, хокку, пародия, октава, свободный стих. На этот раз — сонет. По традиции школьникам предлагалось не только ответить на этот вопрос, но и написать свои сонеты.

Задание № 2 (стр. 394) конкурса по биологии знакомит нас с удивительными организмами, занимающими промежуточное положение между животными и растениями (и сочетающими в себе признаки и тех, и других): эвглена зелёная, ночесветка, хризоамёбы.

В конкурсе по математическим играм описана игра «Паутина». Правила игры очень простые: «Игроки по очереди проводят прямые на плоскости. Эти прямые разбивают плоскость на части. Тот, после чьего хода на поле образуется часть в форме пятиугольника, победитель.» Некоторые упрощённые варианты этой игры разбираются также достаточно просто (и они разобраны в решениях к задании конкурса, стр. 364). Но в общем случае про эту игру пока ничего неизвестно. Значит, в неё будет интересно играть! (Никто, в том числе и ваш

соперник, не знает заранее выигрышной стратегии!) А может быть кто-нибудь из вас и решит эту математическую задачу.

Наверное, большинство людей — как давно закончивших школу, так и школьников, считает (или интуитивно предполагает), что предметы, имеющие электрические заряды одного и того же знака, должны отталкиваться друг от друга. Но это не так! Они могут и притягиваться, и вообще друг с другом не взаимодействовать. Подробно эта ситуация разбирается в решении задачи № 7 конкурса по физике (см. стр. 372).

В конкурсе по химии рассматривается интересное вещество FeO_4. Железо в этом соединении формально имеет валентность 8, что достаточно необычно и может оказаться совершенно удивительным для школьников (задание № 5, стр. 383). А в решении задачи № 8 (стр. 386) рассказывается, как может «бесследно» исчезнуть никель с кухонной посуды. Способы тушения пожаров, интересные (с научной точки зрения) и одновременно крайне неприятные (на практике, прежде всего для пожарных) ситуации разобраны в задании № 6 (см. стр. 384).

Задания конкурса по лингвистике (см. стр. 404) познакомят вас с языком ро́ро, на котором говорят в далёкой Папуа Новой Гвинее (узнав из условия задачи о звуковых соответствиях между диалектами этого языка, вы сразу же научитесь достаточно точно переводить некоторые слова с одного диалекта на другой), о 20-ричной системе счёта в баскском языке, о древнеэфиопском языке геэз, об интересных случаях раздельного, дефисного и слитного написания *пол* в русском языке.

В 2006 году в Москве и Московском регионе в Ломоносовском турнире зарегистрировано 7693 участника, которые написали 24694 работы по разным предметам. 3513 участников были награждены грамотами за успешное выступление.

По классам количество участников и победителей распределилось следующим образом:

Класс	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	Всего
Участников	5	4	13	152	611	1289	1356	1424	1600	1236	7690
Победителей	3	1	9	67	289	711	670	625	624	514	3513

Из них 2402 школьника получили грамоты за успешное выступление по одному из предметов (или в многоборье, которое в этой статистике учитывается как отдельный предмет), 839 — по двум предметам, 211 — по трём. Сразу по четырём предметам награды получили 43 участника, по пяти предметам — 14 человек. Рекордный результат — грамоты за успешное выступление по 6 предметам — получили 4 школьника, все они учатся в московской школе «Интеллектуал».

Ещё раз отметим, что жюри никогда не рассматривало Ломоносовский турнир как соревнование по количеству предметов, но всегда с удовольствием отмечает достигнутые школьниками (и их учителями) успехи.

Ниже приводится таблица результатов участников турнира 2006 года, получивших грамоты за успешное выступление по трём предметам и более (включая

многоборье). К сожалению, опубликовать результаты всех участников, награжденных грамотами за успешное выступление, не представляется возможным из-за огромного объема информации. Но полную таблицу результатов можно посмотреть в интернете по адресу http://www.mccme.ru/olympiads/turlom/2006.

Названия предметов:

МА — математика, МИ — математические игры,
ФИ — физика, ХИ — химия,
БИ — биология, АС — астрономия и науки о Земле,
ЛИ — лингвистика, ИС — история,
ЛТ — литература, МН — многоборье.

Фамилия, Имя	Кл.	Школа №	Город	Грамоты				
3 класс								
Калиниченко Ольга	3	шк. 1862	Москва	МИ	БИ	АС	ЛИ	
5 класс								
Бернацкая Елизавета	5	шк. 1201	Москва	ФИ	ХИ	БИ	АС	
Верёвкин Пётр	5	шк. 120	Москва	МА	ФИ	ЛИ		
Галеев Оскар	5	шк. ИНТ	Москва	ФИ	БИ	АС		
Казьмина Кристина	5	шк. 1189	Москва	МА	ФИ	АС	ЛИ	
Коломейцев Юрий	5	шк. 1201	Москва	ФИ	ЛИ	МН		
Тимофеев Александр	5	гим. 1554	Москва	МА	АС	МН		
Троян Владислав	5	шк. 12	Владивосток	ФИ	БИ	ЛИ		
6 класс								
Абишева Александра	6	шк. 1189	Москва	МА	ФИ	БИ	АС	ЛИ
Аристархова Юлия	6	шк. 444	Москва	МА	АС	ЛИ		
Армяков Иван	6	шк. 1134	Москва	МА	БИ	ЛИ		
Артемьев Михаил	6	гим. 1543	Москва	МА	МИ	ФИ		
Архипова Александра	6	шк. 1189	Москва	ФИ	БИ	ЛИ		
Асеев Денис	6	шк. ИНТ	Москва	МА	ФИ	БИ		
Белоус Ярослав	6	гим. Радонеж	Москва	МА	БИ	ЛИ		
Бобков Роман	6	лиц. –	Троицк	БИ	АС	ЛИ		
Газдиева Милена	6	гим. 1514	Москва	БИ	АС	ИС	ЛИ	
Галкина Анастасия	6	гим. 1506	Москва	МА	БИ	ЛИ		
Гебрук Анна	6	гим. 1514	Москва	БИ	АС	ИС		
Горшунова Елена	6	шк. 1000	Москва	ФИ	ХИ	БИ	АС	ЛИ
Грачев Дмитрий	6	шк. 1944	Москва	МА	БИ	ИС		
Грачёва Ирина	6	шк. 218	Москва	ФИ	ЛИ	МН		
Григорова Евгения	6	шк. 956	Москва	МА	ФИ	ЛИ		
Гуляева Екатерина	6	лиц. –	Троицк	ФИ	БИ	АС		
Дёмина Дарья	6	гим. 45	Москва	ФИ	ЛИ	МН		
Добровольская Анна	6	гим. 1514	Москва	МА	БИ	ИС	ЛИ	
Иванов Олег	6	шк. 1189	Москва	ФИ	ХИ	МН		
Имангулов Амаль	6	шк. 63	Самара	ФИ	ЛИ	ЛТ		
Капитохина Елена	6	шк. 64	Липецк	МА	БИ	ЛИ		
Каташкин Михаил	6	шк. 444	Москва	ФИ	ХИ	АС		
Кукушкин Павел	6	шк. 82	Черноголовка	МА	ФИ	ХИ	БИ	ЛИ
Лахтанов Иван	6	гим. 1527	Москва	МА	ФИ	ЛИ		
Мазлов Владимир	6	гим. 1543	Москва	МА	ФИ	БИ	АС	
Мартынова Татьяна	6	шк. 680	Москва	ФИ	БИ	ЛИ		
Мининг Владимир	6	лиц. 38	Белгород	МА	БИ	АС		
Наливаико Оксана	6	шк. 176	Самара	МА	ФИ	БИ		
Павлищев Константин	6	шк. 936	Москва	БИ	АС	ЛИ		

Фамилия, Имя	Кл.	Школа №	Город	Грамоты					
Петров Александр	6	лиц. –	Троицк	АС	ЛИ	МН			
Пэшко Валерия	6	шк. 371	СПб	БИ	АС	ИС			
Пячура Регина	6	шк. 371	СПб	БИ	АС	ЛИ			
Радионов Максим	6	шк. 444	Москва	МА	ФИ	БИ	МН		
Рухович Алексей	6	шк. ИНТ	Москва	МА	ФИ	ХИ	БИ	АС	ИС
Тилипман Денис	6	шк. 1299	Москва	ФИ	АС	ЛИ			
Устинов Григорий	6	шк. 853	Москва	БИ	ИС	ЛИ			
Федосеев Владислав	6	шк. 64	Липецк	МА	АС	ЛИ			
Фимушина Анастасия	6	гим. 2	Раменское	ФИ	БИ	ЛИ			
Хачатурян Марина	6	ДО –	Москва	МА	МИ	АС			
7 класс									
Авдеева Надежда	7	шк. 1016	Москва	ХИ	БИ	МН			
Ахраменко Никита	7	лиц. 38	Белгород	МА	ФИ	АС			
Бандалетов Денис	7	шк. 654	Москва	МА	ФИ	ЛИ			
Баранов Иван	7	шк. 1199	Москва	МА	БИ	ЛИ	МН		
Безменова Александра	7	шк. ИНТ	Москва	МА	ФИ	БИ	АС	ИС	ЛИ
Богомолова Алёна	7	гим. 1508	Москва	МА	БИ	ЛИ			
Бодиловский Андрей	7	гим. 1518	Москва	МА	ФИ	ЛИ			
Боярин Александр	7	шк. 1917	Москва	МА	ФИ	АС			
Бредун Иннокентий	7	лиц. 30	СПб	МА	ФИ	ХИ	БИ	ИС	МН
Будник Сергей	7	лиц. 30	СПб	МА	ФИ	БИ			
Бурова Ольга	7	лиц. Л2Ш	Москва	МА	МИ	БИ	АС	ЛИ	
Бурцева Нелли	7	шк. 625	Москва	МА	ФИ	ИС	ЛИ	МН	
Быстров Дмитрий	7	лиц. Л2Ш	Москва	МА	ФИ	ХИ			
Вождаев Анатолий	7	шк. 444	Москва	МИ	ФИ	АС			
Волдаев Лев	7	гим. 7	Раменское	МА	ФИ	ХИ	БИ		
Волович Надежда	7	гим. 1514	Москва	МА	ФИ	ЛИ			
Воробьёва Маргарита	7	шк. 1434	Москва	МА	ФИ	ЛИ			
Вузман Наталья	7	шк. 218	Москва	МА	БИ	ИС			
Герасимов Павел	7	шк. 1189	Москва	МА	ФИ	ЛИ			
Гладченко Мария	7	шк. 1071	Москва	БИ	ИС	МН			
Голубенко Дмитрий	7	лиц. Л2Ш	Москва	МА	ФИ	ИС			
Горячев Дмитрий	7	гим. 1567	Москва	МА	ФИ	АС	МН		
Григорьев Александр	7	шк. ИНТ	Москва	МА	БИ	АС	ЛИ		
Гурьянов Алексей	7	лиц. Л2Ш	Москва	МИ	ФИ	БИ			
Демидова Анита	7	шк. 1246	Москва	БИ	ЛИ	МН			
Довгалев Илья	7	лиц. 30	СПб	МА	ФИ	БИ	АС		
Ерёмин Даниил	7	лиц. Л2Ш	Москва	МА	ФИ	ЛИ			
Ермилов Савелий	7	шк. 2009	Москва	МА	ФИ	МН			
Живцов Павел	7	шк. 1041	Москва	МА	ФИ	ЛИ			
Жуков Андрей	7	лиц. 30	СПб	ФИ	АС	ИС	ЛИ	МН	
Золотарёв Александр	7	гим. 1567	Москва	БИ	АС	ЛИ			
Золотарев Сергей	7	шк. 1189	Москва	МА	ФИ	БИ			
Золотов Кирилл	7	шк. 1004	Москва	ФИ	ЛИ	МН			
Ильина Наталья	7	лиц. 1535	Москва	ФИ	БИ	ЛИ			
Ионов Андрей	7	гим. 1514	Москва	ФИ	ЛИ	МН			
Карнаухова Ольга	7	шк. 1	Пущино	МА	ФИ	БИ	АС		
Карпова Маргарита	7	шк. 82	Черноголовка	МА	ЛИ	МН			
Керимова Эльмира	7	шк. 1925	Москва	МА	ФИ	МН			
Кирпиченко Дмитрий	7	шк. 1306	Москва	АС	ИС	ЛИ			
Контанистова Мария	7	шк. 1199	Москва	ФИ	БИ	АС	ЛИ	ЛТ	
Крамеренко Елена	7	гим. 1514	Москва	МА	ИС	ЛИ			
Курланов Роман	7	гим. Радонеж	Москва	ФИ	ХИ	МН			
Ландо Андрей	7	шк. ИНТ	Москва	МИ	ФИ	МН			

Фамилия, Имя	Кл.	Школа №	Город	Грамоты					
Ларин Александр	7	шк. 1189	Москва	ФИ	БИ	АС			
Лысов Антон	7	шк. 315	Москва	МА	ФИ	ХИ	БИ		
Мансурова Милена	7	шк. 1	Пущино	ФИ	ЛИ	МН			
Марычева Ольга	7	шк. 4	Фрязино	ФИ	АС	МН			
Матросов Валерий	7	шк. 654	Москва	МА	ФИ	ИС	ЛИ	МН	
Мелькина Анна	7	лиц. 1535	Москва	ФИ	ЛИ	МН			
Миронова Анна	7	шк. 2007	Москва	МА	АС	ЛИ			
Митева Анна	7	шк. ИНТ	Москва	МА	ИС	ЛИ	МН		
Моисеев Вячеслав	7	гим. 5	Оренбург	ФИ	ЛИ	МН			
Морозов Фёдор	7	лиц. Л2Ш	Москва	МА	МИ	БИ	ИС	МН	
Мукосеева Екатерина	7	лиц. 30	СПб	МА	БИ	ЛИ			
Нгуен Лилия	7	гим. 1514	Москва	МИ	ИС	ЛИ			
Никитина Полина	7	шк. 2007	Москва	МА	ФИ	МН			
Передреев Илья	7	шк. ИНТ	Москва	ФИ	ИС	МН			
Петухов Георгий	7	шк. 1304	Москва	МА	ФИ	ХИ	БИ	АС	
Полежаев Борис	7	шк. Vita	Москва	ФИ	ХИ	БИ			
Поляк Ростислав	7	гим. 1	Оренбург	МА	ФИ	ЛИ			
Пронина Анна	7	шк. 1199	Москва	МА	АС	ЛИ			
Пушкин Денис	7	гим. 1544	Москва	ФИ	БИ	АС			
Ракитин Александр	7	шк. 1199	Москва	МА	ФИ	ЛИ			
Рубашенко Константин	7	гим. 1	Оренбург	ФИ	БИ	ИС			
Рухович Даниил	7	шк. ИНТ	Москва	МА	ФИ	БИ	АС	ИС	ЛИ
Сендерович Никита	7	гим. 1543	Москва	МА	БИ	ЛИ			
Сергейчик Роман	7	шк. 2007	Москва	МА	МИ	ФИ			
Скопинцев Иван	7	гим. 1529	Москва	ФИ	ХИ	БИ	ИС		
Тарасов Сергей	7	гим. 1	Оренбург	МА	ФИ	ЛИ			
Трофлянин Владимир	7	шк. 1996	Москва	ФИ	ХИ	БИ	АС		
Турковец Елена	7	шк. 1151	Москва	МА	ЛИ	МН			
Ухлин Павел	7	гим. 33	Раменское	МА	ФИ	ЛИ			
Фельдман Елизавета	7	шк. 1562	Москва	МА	ФИ	ЛИ			
Хворов Никита	7	гим. 1564	Москва	МА	БИ	АС			
Червоненкис Илья	7	шк. 444	Москва	МА	ФИ	ЛИ			
Черняк Татьяна	7	шк. 602	Москва	МА	ФИ	ЛИ			
Шашков Алексей	7	шк. 1943	Москва	МА	БИ	АС			
Шкловер Александр	7	шк. 971	Москва	БИ	ЛИ	МН			
Шукюров Михаил	7	шк. 1004	Москва	МА	ЛИ	МН			
Юшкевич Андрей	7	шк. 371	СПб	МА	ИС	ЛИ			
Яфракова Ольга	7	шк. ИНТ	Москва	МА	ФИ	БИ	ИС	ЛИ	
8 класс									
Абдуллаев Эльдар	8	шк. ИНТ	Москва	ФИ	ХИ	БИ	АС	ИС	
Акулкина Лариса	8	гим. 7	Раменское	ФИ	БИ	МН			
Амелин Ростислав	8	шк. 463	Москва	ИС	ЛИ	МН			
Антипова Наталья	8	шк. ИНТ	Москва	МА	ФИ	ЛИ			
Артамонов Дмитрий	8	лиц. 15	Саров	МА	МИ	МН			
Асланова Ксения	8	шк. 192	Москва	ХИ	БИ	АС	ИС		
Базба Вероника	8	лиц. 1537	Москва	ФИ	АС	ИС			
Буркин Антон	8	шк. 1199	Москва	ХИ	АС	ЛИ	МН		
Визгина Полина	8	гим. 1567	Москва	МА	БИ	АС			
Войтюк Александр	8	шк. 520	Москва	БИ	АС	ИС	МН		
Гончарук Владимир	8	шк. 218	Москва	МА	ХИ	ЛИ	МН		
Горбань Степан	8	гим. 1	Оренбург	МА	МИ	ФИ			
Гришанина Кристина	8	гим. 1508	Москва	ФИ	БИ	ИС	ЛИ		
Гулиева Ирина	8	шк. 2007	Москва	ФИ	ХИ	БИ			
Елагина Елизавета	8	шк. 179	Москва	МА	ФИ	ЛИ			

Фамилия, Имя	Кл.	Школа №	Город	Грамоты					
Елизаров Иван	8	шк. 192	Москва	МИ	ХИ	МН			
Ефимов Алексей	8	гим. 2	Раменское	ФИ	АС	ИС			
Ефремов Мелих	8	шк. 444	Москва	БИ	АС	ЛИ			
Жульева Нина	8	лиц. –	Троицк	ФИ	АС	ЛИ	МН		
Ильинский Олег	8	лиц. 1537	Москва	МА	АС	МН			
Казьмина Виктория	8	лиц. 1535	Москва	МА	БИ	ЛИ			
Калашников Пётр	8	шк. 82	Черноголовка	МА	ХИ	АС	ЛИ	МН	
Карпачевский Андрей	8	шк. 1	Троицк	АС	ИС	МН			
Квитка Василий	8	шк. ИНТ	Москва	ФИ	ХИ	ИС	МН		
Киреев Никита	8	шк. 218	Москва	ФИ	ЛИ	МН			
Коновалов Дмитрий	8	шк. 2007	Москва	ФИ	БИ	МН			
Корженков Денис	8	гим. 1	Брянск	ФИ	АС	МН			
Косенко Василий	8	ЦО 57Ш	Москва	ФИ	ХИ	БИ	ЛИ		
Кузнецов Сергей	8	лиц. Л2Ш	Москва	МА	МИ	ФИ			
Купраш Анна	8	гим. 1567	Москва	МА	ФИ	АС			
Ланина Наталья	8	шк. 192	Москва	ХИ	БИ	МН			
Левентова Анастасия	8	гим. 1514	Москва	БИ	ЛИ	МН			
Лысенко Николай	8	ЦО 57Ш	Москва	ФИ	БИ	АС	МН		
Майер Елизавета	8	лиц. 1568	Москва	ХИ	ЛИ	МН			
Матдинов Марсель	8	гим. 1	Оренбург	МА	МИ	ФИ			
Меженцев Кирилл	8	шк. 1017	Москва	ФИ	ХИ	АС			
Мешков Михаил	8	ЦО 57Ш	Москва	ФИ	АС	ЛИ			
Милосердов Андрей	8	шк. 192	Москва	ХИ	ЛИ	МН			
Митяшов Андрей	8	шк. 3	Клинцы	ФИ	БИ	ЛИ			
Михлина Анна	8	шк. 422	Москва	ФИ	БИ	ЛИ	МН		
Мокина Ольга	8	шк. 1199	Москва	БИ	ЛИ	МН			
Молчанова Дарья	8	шк. ИНТ	Москва	ФИ	БИ	АС	ЛИ	МН	
Мясникова Галина	8	шк. 82	Черноголовка	ФИ	ЛИ	МН			
Никулина Юлия	8	шк. 56	Москва	ФИ	БИ	ЛИ			
Омегова Анастасия	8	шк. –	Орудьево	ФИ	БИ	ЛИ			
Павлов Александр	8	шк. 1199	Москва	МА	ХИ	БИ	МН		
Подколзина Анастасия	8	шк. 1199	Москва	ФИ	БИ	ЛИ	МН		
Полднев Антон	8	шк. ИНТ	Москва	АС	ЛИ	МН			
Полякова Дарья	8	шк. ИНТ	Москва	ФИ	БИ	АС	ИС	ЛИ	МН
Поспелова Виктория	8	шк. 654	Москва	ФИ	БИ	ЛИ			
Потуруй Артемий	8	шк. 5	Москва	МА	ФИ	ХИ	АС		
Ревин Евгений	8	гим. 1518	Москва	МА	МИ	ФИ			
Репин Даниил	8	шк. 1299	Москва	ФИ	АС	МН			
Савельева Марина	8	шк. 1237	Москва	БИ	АС	ЛИ			
Салиев Шоди	8	шк. 91	Москва	ИС	ЛИ	МН			
Симонова Мария	8	шк. 1223	Москва	ФИ	ИС	ЛИ			
Скворцов Дмитрий	8	лиц. 1524	Москва	ФИ	БИ	АС	ЛИ		
Суханов Александр	8	шк. 1944	Москва	ФИ	ЛИ	МН			
Хурхулу Анна	8	шк. 887	Москва	МА	ФИ	ЛИ			
Цыбенко Валентин	8	шк. 2007	Москва	ФИ	ХИ	АС			
Чащин Александр	8	шк. 64	Иваново	БИ	ИС	ЛИ			
Чучина Евгения	8	лиц. 1553	Москва	ФИ	БИ	ЛИ			
Шачнев Дмитрий	8	ЦО 57Ш	Москва	ФИ	БИ	ЛИ			
Шварёв Дмитрий	8	шк. 192	Москва	ФИ	БИ	ЛИ			
Шишко Алиса	8	гим. –	Троицк	ХИ	БИ	МН			
9 класс									
Андреева Дарья	9	шк. 1269	Москва	БИ	АС	ЛИ			
Баринов Андрей	9	шк. 51	Рязань	АС	ИС	МН			
Березин Алексей	9	гим. 1543	Москва	МА	ФИ	ХИ			

Фамилия, Имя	Кл.	Школа №	Город	Грамоты				
Борисевич Егор	9	шк. 192	Москва	ФИ	ХИ	БИ	МН	
Бровченко Вячеслав	9	лиц. Л2Ш	Москва	МА	ЛИ	МН		
Валиев Зураб	9	лиц. 1557	Москва	ФИ	ХИ	АС		
Войтинская Кристина	9	шк. 82	Черноголовка	МА	ИС	ЛИ	МН	
Гайков Георгий	9	лиц. 30	СПб	ФИ	ХИ	АС		
Гладкий Глеб	9	шк. 1199	Москва	МА	ФИ	ХИ		
Горбачёв Валерий	9	лиц. 6	Дубна	ФИ	АС	ЛИ		
Заняткин Иван	9	шк. 67	Иваново	ФИ	ХИ	МН		
Звонаренко Максим	9	шк. 24	Волгодонск	ФИ	БИ	ИС		
Иванов Николай	9	шк. 1199	Москва	МА	ХИ	МН		
Ивашкин Павел	9	лиц. –	Троицк	ФИ	БИ	АС	ИС	ЛИ
Карпов Иван	9	гим. 2	Брянск	ФИ	БИ	АС		
Карпук Анастасия	9	шк. 2	Пущино	БИ	АС	МН		
Климентьев Артём	9	лиц. 1525	Москва	АС	ИС	МН		
Климов Александр	9	шк. 537	Москва	ФИ	БИ	МН		
Кондратьева Кира	9	шк. ИНТ	Москва	ХИ	БИ	МН		
Корольков Захар	9	шк. 1189	Москва	МА	ФИ	БИ		
Котов Юрий	9	шк. 2007	Москва	ФИ	ХИ	АС		
Кудинова Марина	9	гим. 2	Раменское	ФИ	ХИ	АС		
Кулакова Елена	9	шк. 1199	Москва	БИ	ЛИ	МН		
Лухманов Фёдор	9	шк. 1199	Москва	БИ	АС	ИС		
Максимельянов Сергей	9	шк. 1	Протвино	ФИ	АС	ЛИ		
Московский Антон	9	шк. 152	Москва	ФИ	БИ	МН		
Осипенко Сергей	9	шк. 91	Москва	МА	ХИ	МН		
Пименов Дмитрий	9	гим. 1514	Москва	МА	БИ	АС		
Прусаков Кирилл	9	шк. 853	Москва	МА	ФИ	ХИ		
Ракитько Александр	9	лиц. 1537	Москва	МА	ЛИ	МН		
Ратникова Анастасия	9	шк. 654	Москва	ФИ	ХИ	БИ		
Ремизов Павел	9	шк. 1199	Москва	ФИ	БИ	ЛИ		
Рыбаков Иван	9	шк. ИНТ	Москва	ФИ	БИ	ИС		
Селезнев Андрей	9	шк. 345	Москва	ФИ	АС	МН		
Соколов Олег	9	шк. 371	СПб	МА	ЛИ	МН		
Сорокина Юлия	9	шк. 1257	Москва	ФИ	ЛИ	МН		
Суслова Софья	9	шк. 192	Москва	ХИ	БИ	ЛИ		
Сысоев Арсений	9	лиц. 1568	Москва	БИ	АС	МН		
Токман Владимир	9	шк. 4	Брянск	МА	ФИ	ХИ		
Третяченко Дарья	9	лиц. 6	Дубна	БИ	АС	ЛИ		
Хорхордин Алексей	9	шк. 1199	Москва	ФИ	БИ	АС	ЛИ	
Шадрина Ксения	9	шк. 654	Москва	МА	ФИ	ХИ		
Шестакова Мария	9	шк. 82	Черноголовка	МА	БИ	ИС	ЛИ	
Шишкина Екатерина	9	ЦО 57Ш	Москва	МА	ФИ	ЛИ	МН	
Шуваев Сергей	9	шк. 1189	Москва	ФИ	БИ	АС		
Щеглова Маргарита	9	шк. 220	Москва	БИ	АС	ЛИ		
Яговцев Дмитрий	9	ЦО 57Ш	Москва	МА	МИ	ФИ		
10 класс								
Айдарханов Руслан	10	лиц. 1537	Москва	МА	ФИ	МН		
Андреева Людмила	10	лиц. 1553	Москва	ХИ	БИ	МН		
Асеева Алина	10	шк. ИНТ	Москва	ХИ	БИ	АС		
Власюк Мария	10	шк. 7	Фрязино	МА	ХИ	ЛИ		
Евсеев Василий	10	шк. 463	Москва	МА	ФИ	АС		
Заболотский Андрей	10	шк. 1189	Москва	МА	ХИ	ЛИ		
Известный Александр	10	шк. 1840	Москва	МА	ФИ	ХИ	МН	
Кабицин Роман	10	лиц. 1568	Москва	МА	ФИ	ЛИ		
Касс Александр	10	лиц. 30	СПб	МА	ФИ	ХИ	МН	

Фамилия, Имя	Кл.	Школа №	Город	Грамоты				
Кизин Павел	10	лиц. 1557	Москва	МА	МИ	ФИ		
Кочулин Игорь	10	шк. 179	Москва	МА	ХИ	ЛИ		
Ларченко Илья	10	лиц. 1	Брянск	МА	МИ	ФИ		
Лебедев Дмитрий	10	шк. 497	Москва	ХИ	АС	МН		
Макарь Виктория	10	шк. 36	Самара	ФИ	ИС	МН		
Маракулин Кирилл	10	шк. 1	Пол. Зори	МА	БИ	АС		
Матвеенко Мария	10	шк. 936	Москва	ИС	ЛИ	МН		
Меркулов Кирилл	10	гим. 710	Москва	МА	ФИ	ХИ		
Мерцалов Григорий	10	шк. ИНТ	Москва	МА	ФИ	БИ		
Орехов Виталий	10	шк. ИНТ	Москва	АС	ИС	МН		
Павлов Константин	10	лиц. 30	СПб	МА	АС	ЛИ		
Перевозчиков Дмитрий	10	шк. 1199	Москва	ИС	ЛИ	МН		
Подшивалов Иван	10	ЦО 57Ш	Москва	АС	ИС	МН		
Приходько Анастасия	10	шк. 936	Москва	АС	ИС	МН		
Романов Антон	10	гим. 1567	Москва	АС	ИС	ЛТ		
Романов Евгений	10	СУНЦ МГУ	Москва	МА	МИ	ФИ		
Рысаков Святослав	10	шк. ИНТ	Москва	МА	АС	МН		
Сапунов Михаил	10	шк. 1840	Москва	ФИ	ХИ	МН		
Синёва Тамара	10	СУНЦ МГУ	Москва	МА	ИС	МН		
Сударев Иван	10	шк. 654	Москва	МА	ФИ	ХИ		
Сундуков Дмитрий	10	шк. 2030	Москва	МА	МИ	АС		
Токарчук Артём	10	СУНЦ МГУ	Москва	ФИ	ХИ	МН		
Фейзханов Рустем	10	лиц. 1557	Москва	МА	ФИ	ХИ		
Фортакова Дарья	10	шк. 520	Москва	ХИ	БИ	МН		
Харитонов Иван	10	шк. 192	Москва	МА	ХИ	МН		
Шагалова Дина	10	шк. 1199	Москва	ИС	ЛИ	МН		
Янушевич Леонид	10	шк. 1321	Москва	АС	ИС	ЛИ		
11 класс								
Аболмазова Наталья	11	гим. 1	Самара	МА	МИ	ФИ		
Алыков Гали	11	СУНЦ МГУ	Москва	МА	ФИ	АС		
Бобе Анатолий	11	шк. 1944	Москва	МА	ФИ	АС		
Болосов Илья	11	шк. 192	Москва	ХИ	БИ	АС		
Бондаренко Роман	11	ЦО 57Ш	Москва	ИС	ЛИ	ЛТ		
Бородинов Николай	11	СУНЦ МГУ	Москва	МА	ФИ	ХИ	ИС	
Войнова Валентина	11	шк. 981	Москва	АС	ИС	МН		
Гавриков Андрей	11	шк. 520	Москва	ХИ	БИ	АС		
Головизин Артем	11	шк. 21	Волгодонск	МА	ФИ	ХИ		
Горбунов Максим	11	гим. 1534	Москва	МА	ФИ	АС		
Гусев Данила	11	шк. 36	Владимир	МА	ФИ	АС		
Дивильковский Иван	11	гим. 1518	Москва	МА	АС	МН		
Дябиров Роман	11	лиц. 1580	Москва	МА	ФИ	АС		
Залужный Иван	11	лиц. 1511	Москва	МА	ФИ	ХИ		
Коновалов Дмитрий	11	лиц. 1	Брянск	МА	ФИ	АС		
Кузнецов Максим	11	лиц. 1580	Москва	МА	ФИ	АС		
Куленин Николай	11	шк. 463	Москва	МА	ФИ	АС	ИС	
Купляков Виталий	11	гим. 7	Раменское	МА	ФИ	МН		
Курносов Никон	11	гим. 1534	Москва	ФИ	ХИ	ИС	МН	
Мельникова Кристина	11	шк. 680	Москва	АС	ИС	МН		
Муженко Алексей	11	шк. 46	Брянск	ФИ	ХИ	ИС		
Мыльников Дмитрий	11	шк. 27	Самара	МА	ФИ	АС		
Наумова Мария	11	шк. 183	Москва	МА	ХИ	ИС	ЛИ	
Панов Алексей	11	лиц. 1557	Москва	МА	ФИ	ХИ		
Погудин Глеб	11	СУНЦ МГУ	Москва	МА	МИ	ФИ	ИС	МН
Полищук Екатерина	11	шк. 654	Москва	БИ	ЛИ	МН		

Фамилия, Имя	Кл.	Школа №	Город	Грамоты			
Поникаровская Анаст.	11	лиц. 30	СПб	МА	ИС	МН	
Правдолюбова Евгения	11	гим. 1543	Москва	БИ	АС	ЛИ	МН
Ромаскевич Ольга	11	ЦО 57Ш	Москва	ИС	ЛИ	МН	
Смирнов Евгений	11	СУНЦ МГУ	Москва	МА	ФИ	ХИ	
Тихонов Юлий	11	СУНЦ МГУ	Москва	МА	ФИ	ЛИ	
Филиппов Дмитрий	11	шк. 444	Москва	МА	ФИ	ХИ	АС
Швец Алина	11	шк. 919	Москва	БИ	ИС	МН	
Шишкин Никита	11	гим. 1534	Москва	МА	АС	МН	
Янчиков Михаил	11	СУНЦ МГУ	Москва	МА	ФИ	ЛИ	

В таблице использованы следующие сокращения.

Типы учебных заведений:

гим. — гимназия,
ДО — домашнее обучение,
лиц. — лицей,
ЦО — центр образования,
шк. — школа.

Учебные заведения:

57Ш — центр образования № 57 «Пятьдесят седьмая школа»,
Vita — медико-биологическая школа «Vita»,
ИНТ — школа-интернат «Интеллектуал»,
Л2Ш — лицей «Вторая школа»,
Радонеж — Православная классическая гимназия «Радонеж»,
СУНЦ МГУ — Специализированный учебно-научный центр МГУ.

Населенные пункты (за исключением Москвы и областных центров; МО — Московской области):

Волгодонск — г. Волгодонск Ростовской области,
Дубна — г. Дубна МО,
Клинцы — г. Клинцы Брянской области,
Орудьево — с. Орудьево Дмитровского района МО,
Пол. Зори — г. Полярные Зори Мурманской области,
Протвино — г. Протвино МО,
Пущино — г. Пущино МО,
Раменское — г. Раменское МО,
СПб — г. Санкт-Петербург,
Саров — г. Саров Нижегородской области,
Троицк — г. Троицк МО,
Фрязино — г. Фрязино МО,
Черноголовка — г. Черноголовка МО.

Ниже приводится таблица результатов участников по школам[1]. В каждой строчке указывается название школы, количество школьников из этой школы, получивших грамоты за успешное выступление на Ломоносовском турнире в 2006 году, а также суммарное количество написанных этими школьниками работ, за которые были получены грамоты. (Некоторые школьники награждались за успешное выступление сразу по нескольким предметам, поэтому второе число больше первого.)

	Название школы, город	грамот	работ
1	школа-интернат «Интеллектуал» города Москвы	103	205

[1] Для экономии места в таблицу включены только первые 52 школы из имеющихся 476 с положительными результатами (одна или более грамот за успешное выступление).

2	школа № 654 города Москвы	106	143
3	школа № 444 города Москвы	102	143
4	школа № 2007 города Москвы	96	130
5	школа № 1189 города Москвы	71	118
6	ЦО «Пятьдесят седьмая школа» города Москвы	77	115
7	школа № 853 города Москвы	85	107
8	школа № 1199 «Лига Школ» города Москвы	56	107
9	гимназия № 1514 города Москвы	62	101
10	гимназия № 2 города Раменское Московской обл.	78	93
11	СУНЦ МГУ	55	92
12	школа № 179 МИОО (Москва)	63	85
13	лицей № 1568 города Москвы	65	84
14	гимназия № 7 города Раменское Московской обл.	57	81
15	Лицей «Вторая школа» города Москвы	44	76
16	лицей № 1557 города Москвы	47	71
17	Лицей города Троицк Московской обл.	38	62
18	лицей № 7 города Электросталь Московской обл.	46	61
19	школа № 463 города Москвы	38	57
20	лицей № 1537 города Москвы	38	54
21	Московская гимназия № 1543 на Юго-Западе	35	54
22	школа № 520 города Москвы	32	53
23	гимназия № 1564 города Москвы	38	51
24	школа № 192 города Москвы	22	51
25	школа № 1201 города Москвы	29	45
26	гимназия № 1567 города Москвы	28	45
27	гимназия № 1544 города Москвы	32	44
28	школа № 218 города Москвы	25	43
29	школа № 152 города Москвы	33	43
30	школа № 82 города Черноголовка Московской обл.	20	41
31	школа № 548 города Москвы	35	40
32	школа № 1151 города Москвы	29	38
33	лицей № 1524 города Москвы	26	37
34	лицей НИП № 4 города Королёв Московской обл.	25	35
35	лицей № 6 города Дубна Московской обл.	26	34
36	гимназия № 1554 города Москвы	24	34
37	школа № 1018 города Москвы	28	32
38	гимназия № 1516 города Москвы	24	32
39	школа № 1944 города Москвы	22	30
40	школа № 91 города Москвы	19	30
41	школа № 936 города Москвы	19	30
42	школа № 618 города Москвы	26	29
43	школа № 537 города Москвы	24	29
44	школа № 345 города Москвы	23	29
45	школа № 2 города Пущино Московской обл.	25	28
46	школа № 905 города Москвы	25	28
47	школа № 1299 города Москвы	19	28
48	гимназия № 1534 города Москвы	14	27

49	гимназия «Дмитров» г. Дмитров Московской обл.	23	24
50	гимназия № 710 РАО (город Москва)	17	24
51	школа № 1917 города Москвы	15	24
52	лицей № 1580 города Москвы	15	24

Такое сравнение результатов школ носит исключительно оценочный характер, его не следует рассматривать как результат научного статистического исследования (и тем более — как результат соревнования или «рейтинг» школ). Таким образом мы прежде всего хотим отметить и поблагодарить за успешную работу педагогические коллективы, и прежде всего — обычных школ, которые соседствуют в этой таблице с самыми известными и популярными учебными заведениями Москвы.

В 2006 году Кроме Москвы турнир был организован в городах Санкт-Петербург, Оренбург, Самара, Брянск (и Брянская область), Семёнов (Нижегородская обл.), Волгодонск, Апатиты, Курск, Белгород, Харьков, Севастополь.

Открытая публикация полных результатов — ещё одна из традиций турнира. Именно на этом этапе выясняется и исправляется большое количество недоразумений и ошибок. Полная таблица результатов опубликована в интернете по адресу http://www.mccme.ru/olympiads/turlom/2006. Эта таблица содержит регистрационные номера[1] участников, классы и полный набор оценок по каждому заданию каждого предмета.

В интернете также опубликована компьютерная программа, по которой жюри подводит итоги турнира, и её исходный текст. Любой желающий может эту программу проверить, и, обнаружив ошибку, сообщить об этом в жюри турнира.

Разумеется, какие-то погрешности всегда остаются, поэтому приведённые результаты нельзя считать абсолютно точными. Оргкомитет приносит извинения всем участникам, так или иначе ощутившим недостатки в нашей работе (неизбежные на любом массовом мероприятии).

В 2006 году в Москве (и окрестностях) было организовано 29 мест проведения Ломоносовского турнира. Это московские ВУЗы (МГУ, МИРЭА, МАИ и СТАНКИН), московские школы, гимназии, лицеи №№ 152, 444, 463, 520, 654, 853, 905, 1018, 1299, 1544, 1564, 1567, 1568, 1580, 1678, 2007, московская школа-интернат «Интеллектуал», а также гимназия «Дмитров» города Дмитров Московской области, школа № 2 города Пущино Московской области, гимназия № 2 города Раменское Московской области, гимназия № 7 города Раменское Московской области, Лицей города Троицк Московской области, лицей № 7 города Электросталь Московской области, лицей № 8 города Электросталь Московской области, школа № 17 города Узловая Тульской области.

Торжественное закрытие Турнира, вручение грамот и призов школьникам, принимавшим участие в турнире в Москве, состоялось 17 декабря 2006 года в Московском государственном университете.

Оргкомитет благодарит всех, кто в этом году принял участие в организации турнира. По нашим оценкам это более 500 человек — сотрудников и руководи-

[1] По желанию участников (соответствующий вопрос в регистрационной анкете) в таблице также указывается фамилия, имя и школа.

телей принимающих организаций, школьных учителей, студентов, аспирантов, научных работников, и многих других — всех принимавших участие в составлении и обсуждении заданий, организации турнира на местах, дежурстве в аудиториях, проверке работ, организации торжественного закрытия.

Кроме организаций, непосредственно организовавших турнир на своей территории в Москве и московском регионе (упомянуты выше), Санкт-Петербурге, Оренбурге, Харькове (ФМЛ № 27), Севастополе (школа № 8 МО РФ), Самаре (Самарский государственный университет), городах Курск, Волгодонск, Раменское, Электросталь, Апатиты, Семёнов, оргкомитет благодарит также следующие организации: Московская городская Дума, Департамент образования города Москвы, Российская Академия наук, Московский институт открытого образования, Оргкомитет международного математического Турнира городов, Московский центр непрерывного математического образования, Независимый московский университет, Российский государственный гуманитарный университет, Московский государственный технический университет, Научно-методический центр «Школа нового поколения», Компьютерный супермаркет НИКС и Корпорация Boeing, оказавшие существенную помощь оргкомитету и непосредственно организаторам турнира на местах.

В интернете по адресу http://www.mccme.ru/olympiads/turlom опубликованы электронные материалы турниров этого года и предыдущих лет.

Следующий турнир им. М. В. Ломоносова, уже тридцатый по счёту, напоминаем, планируется провести **в воскресенье 30 сентября 2007 года**. Приглашаем всех желающих школьников!

КОНКУРС ПО МАТЕМАТИКЕ

Задания

В скобках указано, каким классам рекомендуется задача; решать задачи более старших классов также разрешается.

1. (6–9) Есть три треугольника: остроугольный, прямоугольный и тупоугольный. Саша взял себе один треугольник, а Боря — два оставшихся. Оказалось, что Боря может приложить (без наложения) один из своих треугольников к другому, и получить треугольник, равный Сашиному. Какой из этих треугольников взял Саша?

2. (6–9) На станции «Лукоморье» продают карточки на 1, 5 и 20 поездок. Все карточки стоят целое число золотых монет. Пять карточек на одну поездку дороже, чем одна на 5 поездок, а 4 карточки на 5 поездок дороже одной карточки на 20 поездок. Оказалось, что самый дешёвый способ проезда для 33-х богатырей — это купить карточек на 35 поездок, потратив на это 33 золотые монеты. Сколько стоит карточка на 5 поездок?

3. (7–11) На доске было написано несколько натуральных чисел, причём разность любых двух соседних чисел равна одному и тому же числу. Коля заменил в этой записи разные цифры разными буквами, а одинаковые цифры — одинаковыми буквами. Восстановите исходные числа, если на доске написано:

Т, ЕЛ, ЕК, ЛА, СС

4. (9–11) Решите задачу № 3 для надписи:

A, BC, DEF, CGH, CBE, EKG

5. (10–11) Маленький Петя подпилил все ножки у квадратной табуретки и четыре отпиленных кусочка потерял. Оказалось, что длины всех кусочков различны и что табуретка после этого стоит на полу, пусть наклонно, но по-прежнему, касаясь пола всеми четырьмя концами ножек. Дедушка решил починить табуретку, однако нашёл только три кусочка с длинами 8, 9 и 10 см. Какой длины может быть четвёртый кусочек?

6. (10–11) На окружной железной дороге n станций. Иногда дежурные по станциям связываются друг с другом по радио. В каждый момент времени сеанс связи ведут только два человека. За сутки между каждыми двумя станциями произошёл ровно один радиосеанс. Для каждой станции (если учесть только её сеансы) оказалось, что она общалась с другими станциями по очереди в порядке их расположения на железной дороге (по или против часовой стрелки, у разных станций эти направления могут быть разными), начиная с одной из соседних и заканчивая другой. Чему может равняться n? (Разбор случаев $n = 4$ и $n = 5$ учитывается как частичное решение задачи.)

Решения к заданиям конкурса по математике

1. «Лобовое» решение задачи состоит в том, чтобы перебрать возможные способы приложить один треугольник к другому так, чтобы получился треугольник, выбрать из них подходящие под условие задачи, и получить ответ. Однако, лучше, заметив, что в этом случае Саша может разрезать одной прямой свой треугольник на два, равных Бориным, перебирать именно способы разрезать треугольник на два. При этом один из концов отрезка расположен в вершине исходного треугольника, а другой — на противоположной стороне.

Допустим сначала, что Саша взял остроугольный треугольник. Посмотрим на сторону, которую пересёк разрез. Если разрез перпендикулярен этой стороне, получится два прямоугольных треугольника. Иначе получится один остроугольный и один тупоугольный треугольник. Ни один из этих вариантов не соответствует условию задачи, поэтому Саша не мог взять остроугольный треугольник.

Допустим теперь, что Саша взял тупоугольный треугольник. Посмотрим опять на сторону, которую пересёк разрез. Если разрез перпендикулярен этой стороне, получится два прямоугольных треугольника. Иначе один из получившихся треугольников — тупоугольный. В любом случае условие задачи не выполнено, а значит этот случай невозможен.

Поэтому Саша *мог* взять прямоугольный треугольник. Соответствующий пример приведён на рисунке.

2. В условии сказано, что самый дешёвый способ проезда для 33-х богатырей — это купить карточек на 35 поездок. Выясним, какие карточки выгоднее всего покупать, чтобы набрать эти 35 поездок. Поскольку и 5, и 20, и 35 делятся на 5, то число купленных карточек на одну поездку делится на 5. А значит, если такие карточки есть, мы можем заменить их на в 5 раз меньшее число карточек на 5 поездок. Следовательно, при самом выгодном способе набрать 35 поездок карточек на одну поездку брать не надо. Осталось два способа: 7 карточек на 5 поездок или 3 карточки на 5 поездок и одну карточку на 20 поездок. Поскольку 4 карточки на 5 поездок дороже одной карточки на 20 поездок, выгоднее всего брать 3 карточки на 5 поездок и одну на 20.

Таким образом, три карточки на 5 поездок и одна карточка на 20 поездок стоят 33 монеты. Поскольку четыре карточки на 5 поездок дороже одной на 20, семь карточек на 5 поездок дороже 33 монет. Следовательно, карточка на 5 поездок стоит как минимум 5 монет ($4 \cdot 7 = 28 < 33$). С другой стороны, по условию задачи, 35 поездок покупать выгоднее, чем две карточки по 20 поездок, а значит, три карточки на 5 поездок дешевле одной на 20. Следовательно, шесть карточек на 5 поездок дешевле 33 монет, то есть одна карточка на 5 поездок не дороже 33 монет, откуда одна карточка на 5 поездок не может быть дороже 5 монет ($6 \times 6 = 36 > 33$). Итак, одна карточка на 5 поездок не может стоить ни дешевле 5 монет, ни дороже 5 монет.

Итак, остаётся единственный вариант: карточка на 5 поездок стоит 5 монет. Тогда карточка на 20 поездок стоит $33 - 3 \cdot 5 = 18$ монет, что соответствует

условию задачи (стоимость карточки на одну поездку при этом может быть любой, начиная с 6 монет и дороже).

Ответ: 5 монет.

3. Заметим, что все эти числа можно определить, если знать первое число и разность d двух соседних. Посмотрим на первое число. Про него можно сказать только что оно однозначное. А что можно сказать про разность d? Посмотрев на первое и второе, можно сказать только, что $d < 90$. Зато, так как у второго и третьего чисел совпадают первые цифры, они лежат в одном десятке, и их разность (равная d), не превосходит 9. А значит, прибавив d к первому (однозначному) числу, мы можем получить только двузначное число, начинающееся на 1, то есть $\text{Е} = 1$. Аналогично, $\text{Л} = 2$, $\text{С} = 3$. Получаем запись:

$$\text{Т},\ 12,\ 1\text{К},\ 2\text{А},\ 33.$$

Заметим, что

$$(1\text{К}) - 12 = (2\text{А}) - (1\text{К}) = 33 - (2\text{А}) = d,$$

откуда $33 - 12 = 3d$ (в записи между числами 12 и 33 находится 3 промежутка), $d = 7$. Зная любое число и разность, легко восстановить все остальные числа:

$$12 - d,\ 12,\ 12 + d,\ 12 + 2d,\ 33$$

$$12 - 7,\ 12,\ 12 + 7,\ 12 + 2 \cdot 7,\ 33$$

$$5,\ 12,\ 19,\ 26,\ 33$$

4. Аналогично предыдущей задаче, посмотрим на первые два числа. Первое число однозначное, а второе — двузначное. Следовательно, их разность меньше 100. Следовательно, цифра, стоящая в разряде сотен, каждый раз увеличивается не более, чем на 1, откуда $\text{D} = 1$, $\text{C} = 2$, $\text{E} = 3$. Получаем запись:

$$\text{A},\ \text{B2},\ 13\text{F},\ 2\text{GH},\ 2\text{B3},\ 3\text{KG}.$$

Аналогично предыдущей задаче,

$$3d = (2\text{B3}) - (\text{B2}) = (200 + 10 \cdot \text{B} + 3) - (10 \cdot \text{B} + 2) = 201$$
$$d = 201 : 3 = 67.$$

Дальше легко восстановить запись:

$$5,\ 72,\ 139,\ 206,\ 273,\ 340.$$

5. Пусть A, B, C, D — концы исходных ножек табуретки, а A', B', C' и D' — подпиленных. Докажем, что

$$AA' + CC' = BB' + DD'.$$

Поскольку табуретка стоит, касаясь пола четырьмя ножками, точки A', B', C' и D' лежат в одной плоскости. Табуретка квадратная, значит плоскости $ABA'B'$

и $CDC'D'$ параллельны. Следовательно, $A'B' \parallel C'D'$. Аналогично, $B'C' \parallel A'D'$. Таким образом, четырёхугольник $A'B'C'D'$ — параллелограмм, и его диагонали пересекаются в общей середине O'. Пусть O — центр квадрата $ABCD$. Заметим, что отрезок OO' — средняя линия как в трапеции $ACC'A'$, так и в трапеции $BDD'B'$, а значит

$$AA' + CC' = 2OO' = BB' + DD'.$$

Это утверждение можно доказать, заметив, что уравнение плоскости линейно. Также это утверждение можно было получить, воспользовавшись методом координат.

Теперь переберём возможные длины отпиленной части, расположенной по диагонали от потерянной. При этом получим, что длина отпиленной части удовлетворяет одному из равенств

$$\begin{aligned} 8 + x &= 9 + 10, \\ 9 + x &= 8 + 10, \\ 10 + x &= 8 + 9, \end{aligned}$$

откуда $x = 7$, $x = 9$ или $x = 11$. Поскольку длины всех кусочков различны, $x \neq 9$, и остаются только варианты 7 и 11.

Ответ: 7 см, 11 см.

6. Порядок, в котором могут связываться по радио четыре станции, изображён на рисунке.

Докажем теперь, что 5 станций уже не могут общаться указанным в задаче способом. Занумеруем станции по кругу. Заметим, что первыми могут поговорить только две соседние станции. Пусть это станции 1 и 2. Для следующего разговора есть всего два варианта: 4-я станция с 5-й и 3-я станция с 4-й. А третий разговор уже невозможен.

Допустим, n может равняться какому-нибудь числу, большему 5. Посмотрим на какие-нибудь 5 станций из этих n. Эти станции говорили между собой способом, удовлетворяющим условию, что невозможно. Следовательно, число n не может быть больше 5.

Критерии проверки и награждения

Было предложено 7 заданий.

По результатам проверки каждого задания ставилась одна из следующих оценок:

$$+! \qquad + \qquad +. \qquad \pm \qquad \frac{+}{2} \qquad \mp \qquad -. \qquad - \qquad 0$$

Верно решённая задача оценивалась знаком «+», решение с незначительными недочётами «+.», с более серьёзными недочётами и пробелами «±», очень хорошие решения отмечались оценкой «+!»; решения, доведённые примерно до половины, оценивались знаком «+/2», за существенные продвижения в решении (при отсутствии само́го верного решения) ставилась оценка «∓», незначительные продвижения оценивались знаком «−.», отсутствующие в работе задачи при проверке условно обозначаются оценкой «0».

Такая сложная система оценок является традиционной для московских математических олимпиад. Она сложилась за многолетнюю олимпиадную историю и прежде всего позволяет сообщить школьнику в краткой, но содержательной форме информацию о достигнутых им успехах (все оценки высылаются школьникам по почте, а также публикуются на www-странице Ломоносовского турнира http://www.mccme.ru/olympiads/turlom), а также помогает жюри во время работы точнее ориентироваться в ситуации и, тем самым, уменьшить количество ошибок.

При подведении формальных итогов учитывается количество решённых задач (тех, за которые получены оценки «+!», «+», «+.», «±» или «±∗»[1]; разница между этими оценками не учитывается).

Оценка «е» (балл многоборья) ставилась, если решена хотя бы одна задача своего или более старшего класса.

Оценка «v» (грамота за успешное выступление в конкурс по математике) ставилась, если:

в 7 классе или младше решена хотя бы одна задача;

в 8 классе или старше решены хотя бы две задачи своего класса или старше.

(В случае, если поставлена оценка «v», оценка «е» не ставится.)

КОНКУРС ПО МАТЕМАТИЧЕСКИМ ИГРАМ

Условия игр

Рекомендуем выбрать наиболее интересную игру и ответить на поставленные вопросы. На вопрос «кто победит?» нужно не просто отвечать, а подробно объяснять, как именно следует играть победителю, чтобы победить любого соперника, как бы тот ни ходил. Если вы найдёте ещё какие-то закономерности в предложенных играх, разберёте незаданные достаточно общие случаи, напишите о них тоже. Не пытайтесь решить всё. Хороший анализ одной игры позволит считать вас одним из победителей конкурса.

1. Из угла в угол. Есть прямоугольник $m \times n$. Игроки ведут путь из угла в противоположный угол: первый рисует отрезок в соседний узел по диагонали, второй из полученной точки — в соседний по стороне и так далее. Нельзя пересе-

[1] В 7 классе (и младше) положительными также считались оценки «∓» и «+/2» за задачу № 1; в 8 классе (и младше) положительными также считались оценки «∓» и «+/2» за задачу № 5. Это правило было введено в связи с тем, что многие школьники младших классов предложили по сути верные решения указанных задач, но без строгого математического обоснования (что и не входит в школьную программу этих классов). Для таких оценок в таблице результатов использовано условное обозначение «±∗».

кать свой путь ни в одной точке. Кто первым придёт в противоположный угол, тот победил. Кто победит при правильной игре?

2. Скамейка. Известно, что незнакомые люди избегают садиться рядом друг с другом на скамейке, если можно этого не делать. Имеется скамейка на которой помещается N человек и много не знакомых между собой людей. Два игрока по очереди сажают на скамейку по одному человеку, причём сажать людей рядом нельзя. Проигрывает тот, кто не может сделать ход.

а) Какое минимальное и какое максимальное число человек можно посадить при данной длине N скамейки?

Кто выигрывает при:

б) $N = 6$; в) $N = 7$; г) $N = 8$; д) произвольном нечётном N?

е) Кто выигрывает при $N = 12$?

ж) Рассмотрим ту же задачу на кольцевой скамейке. Докажите, что вопрос о выигрыше сводится к задаче об обычной скамейке.

з) Рассмотрим ещё одну похожую задачу. На скамейку, вмещающую N человек, игроки по очереди рассаживают по два человека, которые согласны сидеть рядом с другими парами, но непременно хотят сидеть друг с другом рядом. Покажите, что и в этой задаче вопрос о выигрыше сводится к задаче об обычной скамейке.

3. Паутина. Игроки по очереди проводят прямые на плоскости. Эти прямые разбивают плоскость на части. Тот, после чьего хода на поле образуется часть в форме пятиугольника, победитель.

а) Кто выигрывает, если нельзя проводить прямую, параллельную к уже имеющейся и нельзя проводить прямую через точку пересечения уже начерченных?

б) Кто выигрывает, если нельзя проводить более трёх попарно параллельных прямых и более трёх прямых, проходящих через одну точку.

в) Кто выигрывает, если нельзя проводить прямую, параллельную к уже имеющейся.

г) Докажите, что если в игре без ограничений второй игрок вторым ходом провёл прямую, параллельную первой, то у первого игрока есть ничейная стратегия.

д) Кто выигрывает в игре без ограничений?

Комментарии и решения математических игр

Конкурс по математическим играм в этом году, как и в прошлом, проводился в двух формах — устной и письменной. Устная форма предполагала проведение некоторого количества «сеансов игр», когда ведущие объясняли ребятам правила той или иной игры и предлагали играть в игру самому с собой, друг с другом и с ведущими. Если в ходе этих упражнений участник научится безошибочно играть в тот или иной вариант игры за одного из игроков, он может рассказать (и продемонстрировать) свой принцип игры ведущим, получив заслуженные очки. Такая форма настойчиво рекомендовалась всем организациям, проводящим турнир; во всяком случае для младших участников (5–8 классы) устная форма

гораздо посильнее и интереснее. Для старшеклассников и в тех местах проведения турнира, где устный тур провести не удалось, предлагалась письменная форма конкурса. Там были те же три игры, причём к двум из них (очень трудным) задания были даны в виде ряда пунктов, указывающих частные случаи и вспомогательные вопросы.

К сожалению, как и в прошлые годы, проверка показала, что все старания организаторов внятно написать в преамбуле к заданию, что требуется от участников, что именно считается решением математической игры, прошли даром. Большинство работ содержало только ответы («Первый выиграет», «Победит второй за три хода», «Будет ничья» и пр.), либо те же ответы, подкреплённые общими словами или примерами партий (то есть предлагалась аргументация вроде «первый победит, потому что я вот тут сыграл сам с собой, и у меня первый выиграл»). Однако же математическая игра считается решённой тогда, когда для одного из игроков указана выигрышная (или для обоих — ничейная) стратегия, то есть **внятно изложен принцип** действий этого игрока, следуя которому он гарантированно добивается победы (ничьей) в любой партии с любым соперником[1]. Иначе приходится признать, что «шансы у двух игроков равные, всё зависит от фантазии» (Андрей, 9 класс, Москва) или что «выиграет самый везучий, умный, расчётливый игрок» (Евгения, 10 класс, Раменское Московской обл.).

Разберём игры, предложенные на турнире Ломоносова в этом году.

1. Первая игра («Из угла в угол») относительно простая. Заметим, что вначале у первого игрока ровно один ход. Если второй игрок своим ходом приведёт путь вплотную к стороне прямоугольника, то у первого снова будет один ход и так далее (см. рис. 1.1; такой стиль игры — вынуждать противника делать определённые ходы, ведущие в итоге к поражению — называется цугцванг). «Мы зажимаем вправо! — воодушевлённо пишет семиклассник Саша из Москвы. — Выхода нет! Ура!!»

При приближении к углу надо продолжать вести пилообразную траекторию вдоль смежной стены до победного конца (рис. 1.2). Частая ошибка: если при проходе угла «поторопиться», то соперник может сделать ничью (рис. 1.3).

Рис. 1.1

Рис. 1.2

Рис. 1.3

[1]Или математически доказано, что выигрышная (или ничейная) стратегия у данного игрока есть. В принципе такое доказательство может не содержать явного описания стратегии.

Приведённая стратегия второго игрока работает почти для всех размеров прямоугольника: её приходится чуть модифицировать для случая $1 \times n$, но всё-таки для 1×1 она не годится. «Рассмотрим случай $m = n = 1$. Через час томительного ожидания, — иронизирует 11-классник из Москвы Андрей, — первый игрок делает первый ход и выигрывает».

2. Следующая игра («скамейка») при всей простоте и естественности правил очень сложна. Некоторые участники не совсем поняли, что скамейка абстрактная, так сказать, «математическая», составлена из N одинаковых сидений ровно для N человек; в работах этих ребят иногда сквозил известный натурализм: «Надо знать ширину скамейки и бёдер людей, и знать длину того, как далеко они сидят друг от друга», «Выигрыш может быть различным, так как мы не знаем длину скамейки и габариты человеческой части тела».

Вопрос пункта а) прямого отношения к игре не имеет и давался для того, чтобы показать, что на скамейке длины N игра может окончиться при самом разном количестве усаженных людей, а потому партия при одном и том же N может длиться разное количество ходов. К сожалению, этот вопрос, запланированный как предостережение, был многими воспринят как подсказка — ответы на другие пункты необоснованно строились ими исходя из минимального или максимального количества людей. Помимо всего прочего, по недосмотру составителей, вопрос в этом пункте звучал некорректно: спрашивалось «Какое минимальное и какое максимальное число человек можно посадить при данной длине N скамейки?», тогда как имелось в виду, конечно «Какое минимальное и какое максимальное число человек может сидеть на скамейке длины N в момент окончания игры?» Многие поняли вопрос правильно и правильно ответили, что минимальное количество будет при посадке через два сиденья, и оно равно

$$\frac{N}{3} \text{ при } N = 3k; \quad \frac{N-1}{3} + 1 \text{ при } N = 3k+1; \quad \frac{N-2}{3} + 1 \text{ при } N = 3k+2.$$

А максимальное — при посадке через одно сиденье, то есть

$$\frac{N}{2} \text{ при } N = 2k; \qquad \frac{N-1}{2} \text{ при } N = 2k+1.$$

Короткие записи ответов можно дать с использованием понятия целой части числа:

$$\text{минимум } \left[\frac{N-1}{3}\right] + 1; \qquad \text{максимум } \left[\frac{N-1}{2}\right] + 1.$$

За верные ответы на буквально понятый вопрос (минимум 0, максимум N) тоже давались баллы. В общем, как справедливо пишет семиклассник Артём из Москвы, «мне не понятно условие задачи. Совет: пишите понятнее.»

Критику принимаем, Артём. В свою очередь, настоятельно советуем со всеми вопросами обращаться к проводящему конкурс — он должен всё разъяснить.

Решая эту задачу, сначала заметим, что, сажая человека на некое место (на рис. 2.1 закрашено чёрным), мы делаем недоступными два соседних места (закрашены серым), или одно, если сажали с краю (девятиклассник Андрей из

подмосковного Пущино назвал эти два-три места «зоной отчуждения»). В последнем случае игра продолжается как бы на скамейке длины $N-2$, причём роль первого теперь играет второй и наоборот, а в общем случае второй начинает параллельную игру с первым на двух «полускамейках» — справа и слева от закрашенной тройки.

Рис. 2.1

В нескольких следующих пунктах предлагалось рассмотреть частные значения N. Например, для $N=6$ побеждает первый игрок, сажая человека на одно из средних мест. Тогда справа и слева от него сможет сесть ровно по одному человеку (рис. 2.2).

Рис. 2.2

Заметим, что если первый займёт второе с краю место, то он не выиграет, а проиграет (найдите выигрыш за второго в такой ситуации). Поэтому даже в совсем простом случае нужно указывать верную стратегию — игра «как попало» к успеху может не привести. Первый победит и в случае любого нечётного N — нужно первый ход делать в середину, а затем рассаживать людей симметрично только что сделанному ходу второго игрока относительно середины скамейки. При такой игре у второго игрока рано или поздно ходы закончатся, и он проиграет. А вот при $N=8$ победит второй игрок. Поскольку при нечётном N побеждает всегда первый, можно наивно подумать, что при чётном, наверное, второй. Так, к сожалению, многие и написали, хотя даже случай $N=6$ это предположение опровергает. После этого приходит в голову, что второй побеждает при N кратном 4, но и это не так — при $N=12$ побеждает опять первый! А второй побеждает при $N=14,\ 20,\ 24,\ 28,\ 34$ и разных других чётных N, никакой особой закономерности в которых нам увидеть не удалось (на компьютере были перебраны первые 80 значений N).

Разберём случай $N=8$. У первого есть 4 различных варианта начать игру, верный ответ второго показан на рис. 2.3. Убедитесь, что первый проиграет во всех случаях.

При $N=12$ надо первым ходом посадить человека на четвёртое место с краю. Разберите самостоятельно возможные ответы второго игрока и покажите, как первый сможет во всех вариантах добиться победы.

Что можно ещё сказать? Чётные значения N, для которых побеждает второй, не могут идти подряд: если при $N=2k$ побеждает второй, то при $N=2k+2$ первый. В самом деле, он должен посадить первым ходом человека с краю, тогда получается скамейка длины $N=2k$, где он уже как бы второй, а потому победит. И это последний общий результат, который нам известен на настоящий

Рис. 2.3

момент. Если кто-то из читателей откроет какие-либо иные закономерности в этой игре, пусть не сочтёт за труд написать об этом в оргкомитет Турнира Ломоносова.

Последние два пункта этой объёмной задачи имели несколько иной характер. Показывалась другая игра и предлагалось показать, что вопрос о выигрыше сводится к таковому для основной игры. Мы понимали, что слова «вопрос сводится к. . . » несколько абстрактны. Ну и школьники, многие из которых вообще склонны точные рассуждения подменять наборами общих слов, радостно написали что-то вроде «Что кольцевая скамейка, что простая, всё одно и то же» (Андрей, 8 класс, Москва) или «Ведь в задаче главную роль играет кол-во людей, а не форма предмета, на котором они сидят» (Лина, 7 класс, Москва).

На самом же деле предполагалось показать, как человек, знающий (невесть откуда), кто побеждает в обычной игре при любом N, сможет ответить на такой вопрос и в модификации игры. Ситуация с кольцевой скамейкой совсем проста. Первый ход всегда один и тот же (скамейка-то круглая!), а потом на скамейке «вырезаются» три запрещённых места, и игра далее как бы идёт на простой скамейке длины $N-3$. То есть, ответ такой: на кольцевой скамейке длины N победит соперник того, кто победит на «простой» скамейке длины $N-3$.

Ситуация с рассаживанием пар сложнее. Считая для удобства, что это пары влюблённых (так для интереса задание было сформулировано в устном варианте), будем считать, что мы всегда сажаем юношу справа, девушку слева. Теперь «наденем волшебные очки», сквозь которые не видно ни одной девушки, а также самого левого места скамейки. Мы увидим, что юноши рассаживаются на укороченной скамейке в точности по правилам обычной игры! И тогда игрок, выигрывающий на скамейке длины $N-1$, сможет выиграть в новую игру в этих очках — он только должен уговориться с соперником о том, что девушка слева, и просить усаживаемого им юношу самого усадить свою возлюбленную слева от себя. Описанное решение демонстрирует важное понятие в теории игр и выражается такими словами: «Игра в рассаживание пар на скамейке длины N изоморфна обычной игре на скамейке длины $N-1$». Слово *изоморфный* происходит от греческих корней со значениями «одинаковый» и «строение».

Приведём ещё несколько забавных цитат из работ участников по этой задаче:

«В любом случае выигрышная стратегия у первого игрока, так как он уже посадил человека.» (Иван, 6 класс, Москва)

«Второй всегда выиграет, если будет делать ход через одно место.» (Полина, 7 кл., Москва)

«То же самое, только одного человека сажаем не в одну клетку, а в две.» (Игнат, 8 кл., Москва)

«Учитывая вторых людей пустыми местами, получим. . . » (Александр, 11 кл., Москва)

3. Последняя игра («паутина») тоже очень сложная при предельно коротких правилах (без ограничений; ограничения были специально введены для упрощения игры).

Для начала заметим, что пятиугольник легко можно получить, если на игровом поле есть четырёхугольник — обычный (рис. 3.1) или «бесконечный» (рис. 3.2). Выигрышный ход показан жирной линией.

Рис. 3.1

Рис. 3.2

Наоборот, пятиугольник можно построить только если уже есть как минимум четырёхугольник. Поэтому переформулируем цель игры так: тот, кто получает четырёхугольник, проигрывает. Обратимся к заданиям.

Пункт а) совсем прост. После второго хода первого игрока получается треугольник. Второй игрок либо пересекает две стороны треугольника, либо три продолжения сторон — в обоих случаях получается четырёхугольник, и первый игрок добивается победы.

В пункте б) побеждает первый игрок. Вот как он может играть. Первым ходом он проводит прямую. Второй может её пересечь или провести параллельную, но первый своим следующим ходом в обоих случаях добивается ситуации, изображённой на рис. 3.3. Второй не может пойти параллельно прямой AB, стало быть, он должен её пересечь. Это можно сделать, проведя параллельную к двум уже имеющимся прямым (как на рисунках 3.4, 3.5) или пересекающую все имеющиеся прямые, причём прямую AB именно на отрезке AB (рис 3.6, 3.7).

Легко видеть, что первый тогда может сделать такой ход, чтобы образовалась картина, представленная на рис. 3.8. Следующих ход второго не может быть параллелен прямой PQ, а значит будет её пересекать. Легко видеть, что пересечь её можно только в P или в Q. Аналогично, пересечь прямую MN можно только в M или N. Таким образом, у второго остаётся только два хода —

Рис. 3.3

Рис. 3.4

Рис. 3.5

MP или NQ. Оставшийся ход делает первый игрок. Теперь (рис. 3.9) любой ход второго приводит его к проигрышу.

Рис. 3.6

Рис. 3.7

Рис. 3.8

Похожим образом, но несколько проще, решается пункт г). Первый игрок проводит третью параллельную прямую. Как бы ни пошёл теперь второй игрок, первый сможет добиться картинки, приведённой на рис. 3.10. Хорошо видно, что теперь оба обречены проводить прямые, параллельные четырём имеющимся, — любой другой ход создаёт четырёхугольник.

Рис. 3.9

Рис. 3.10

Что до пунктов в) и д), то их полное решение составителям задания неизвестно. Не решили эти задания и участники конкурса. Что ж, это с одной стороны даёт возможность желающим играть в игру не опасаясь, что соперник играет по стратегии, с другой стороны это даёт пищу для размышлений для тех читателей, кому станет интересно исследовать данную игру. «Эта игра длится бесконечно — отметила девятиклассница Анна из Москвы, — пока вся плоскость не будет в линиях». Действительно, наличие ничейной стратегии у кого-то из игроков весьма вероятно. Но точный ответ на этот вопрос мы, к сожалению, пока не знаем.

Зато мы знаем, что задания этого конкурса предложили: № 1 — Арина Банникова, № 2 — Александр Хачатурян и № 3 — Иван Ященко. Закончим же разбор

цитатой из работы уже упоминавшейся семиклассницы-москвички Лины: «Выиграть могут оба участника. Всё зависит от правильного расчёта и от постановки линий. Внимание — вот залог успеха!» Будьте дальновидны и внимательны, удачи вам и в играх и в делах!

Рекомендации организаторам конкурса по математическим играм

Конкурс по математическим играм на Турнире Ломоносова–2006 по замыслу составителей проходит как в устной, так и в письменной форме. Мы рекомендуем с учениками 5–8 классов проводить конкурс устно, старшеклассникам же выдать письменные задания. Представляется допустимым давать письменные задания 7–8-классникам, но более младшим детям их точно давать не стоит. Хотя бы для самых маленьких участников турнира лучше постараться провести устный конкурс (можно просто поговорить с такими школьниками и отметить их успехи).

Вашему вниманию предлагаются три игры. Первая не очень сложна, две последние в общем виде трудноваты. Конкурс принято проводить в виде нескольких сеансов. Лучше, если его будут проводить несколько человек.

В аудиторию, где проводятся игры, приглашаются участники, рассаживаются желательно по двое за парту. После этого двери затворяются и вывешивается время начала следующего сеанса (обычно через час).

Один из ведущих объясняет ребятам, что такое математическая игра, что такое стратегия, используя для этого хорошо известные игры — «крестики–нолики», игру Баше и пр. После этого участникам объясняются правила одной из предлагаемых игр и рекомендуется поиграть самим с собой, друг с другом или с ведущим (ведущими), чтобы, играя, нащупать стратегию.

Ведущий игры расспрашивает участников, могут ли они изложить ему принцип игры в общем случае или в каких-то частных, фиксирует сделанные продвижения. Участник, отчасти продвинувшийся в понимании игры, может быть сочтён «успешно выступившим», а сделавший более значительное продвижение — «победителем». Можно провести турнир по игре и счесть «успешно выступившими» и «победителями» тех, кто занял в турнире высокие места.

Главное, чтобы маленьким участникам турнира было интересно и весело!

Предупреждение организаторам. Во всяких математических играх бывает много тонкостей, которые непросто осознать «на лету». Поэтому, прежде чем играть со школьниками, проводящим конкурс рекомендуется накануне потратить час-другой и во всём разобраться. После этого проводить конкурс вам будет намного легче и интереснее.

КОНКУРС ПО ФИЗИКЕ

Задания

В скобках после номера задачи указаны классы, которым эта задача рекомендуется. Ученикам *7 класса и младше* достаточно решить **одну** «свою» задачу, ученикам *8 класса и старше* — **две** «своих» задачи. Решать остальные задачи тоже можно.

1. (6–8) Человек стоит на палубе корабля и видит на поверхности воды яркое пятно — отражение Солнца. Как изменится расстояние между этим пятном и кораблём, если человек подойдёт ближе к борту? Палуба корабля горизонтальна.

2. (7–9) Как устроено приспособление велосипедного колеса, пропускающее воздух внутрь колеса во время накачки его насосом, но не выпускающее воздух обратно? Можете описать одну из известных конструкций или придумать свою. Обязательно объясните, как она работает.

3. (7–9) Улитки обычно передвигаются следующим образом. Животное присасывается к чему-нибудь специальной слизистой поверхностью. Перемещение происходит благодаря согласованным сокращениям отдельных участков этой поверхности. Если улитка ползёт по прозрачному предмету (например, стеклу), такие сокращения наблюдаются в виде «волн» (более тёмных участков слизистой поверхности), «бегущих» вдоль направления движения животного. А в каком направлении «бегут» эти «волны» — в ту же сторону, куда ползёт улитка, или в противоположную?

(Если вы интересуетесь биологией и знаете правильный ответ, его недостаточно просто написать — объяснение всё равно нужно).

4. (8–11) Иногда для питания электрических устройств используют несколько параллельно соединённых одинаковых гальванических элементов (батареек). Объясните, зачем это может быть нужно (на первый взгляд кажется, что смысла в этом нет, так как несколько параллельно соединённых одинаковых батареек дают такое же напряжение, что и одна батарейка).

Замечание. Причин возможного использования параллельно соединённых батареек несколько — и эти причины могут быть разными в различных устройствах.

5. (8–11) Пловец может плыть с максимальной скоростью $v = 2$ м/с. Ему нужно переплыть реку шириной $h = 200$ м. Скорость течения в реке зависит от расстояния до берега так, что вблизи берегов скорость течения равна нулю. На середине реки она максимальна и равна $u = 1$ м/с. График зависимости скорости реки от расстояния до одного из берегов представляет собой половину окружности. Пловец за минимальное время переплыл с одного берега на другой. На какое расстояние «снесло» его течением вдоль берега?

6. (8–11) Нить лампочки накаливания обычно сворачивают в спираль, а затем получившуюся спираль — ещё раз в спираль. После первого сворачивания «внутри» остаётся примерно половина поверхности нити, а после второго «сворачивания» — половина оставшейся поверхности. То есть в результате более 75% поверхности нити попадает внутрь. Не пропадает ли зря свет, излучаемый этой «внутренней» поверхностью?

7. (9–11) Два одинаковых металлических (проводящих) шарика находятся на некотором расстоянии друг от друга (друг друга не касаются). На шарики помещены электрические заряды Q_1 и Q_2 ($0 < Q_1 < Q_2$). Оказалось, что сила электростатического взаимодействия между шариками равна нулю. Как такое

может быть (почему шарики, имеющие заряды одного знака, не отталкиваются друг от друга)? Какой заряд q нужно добавить к заряду Q_1, чтобы сила электростатического взаимодействия между шариками вновь оказалась равной нулю?

8. (9–11) В сосуде с жёсткими не проводящими тепло стенками находится газ гелий при температуре 200 К. Сосуд движется со скоростью 1 км/с. Внезапно сосуд сталкивается с жёсткой массивной стенкой, и практически мгновенно останавливается, не изменив своей формы. Какой будет температура газа в сосуде после установления равновесия? Молярная масса гелия $M = 4$ г/моль, молярная теплоёмкость идеального одноатомного газа при постоянном объёме $c_V = \dfrac{3}{2}R$, универсальная газовая постоянная $R = 8,31$ Дж/(моль · К).

9. (10–11) Будем рассматривать через увеличительное стекло (лупу), установленное перпендикулярно направлению наблюдения, расположенный вдалеке пейзаж. При этом запомним, какие именно предметы (точнее, их изображения) «попали в лупу» (то есть наблюдатель видит сформированные лупой изображения этих предметов). Теперь повернём лупу так, чтобы её оптическая ось составляла угол 45° с направлением наблюдения, и по прежнему располагалась горизонтально. Наблюдатель и лупа (её оптический центр) при этом остаются на своих местах. Больше или меньше предметов (то есть бóльший или меньший фрагмент пейзажа) увидит наблюдатель в лупе по сравнению с первоначальной ситуацией?

Ответы и решения к заданиям конкурса по физике

1. Пятно, наблюдаемое человеком, будет точно «повторять» на поверхности воды все перемещения человека по палубе, находясь от человека всё время на одном и том же расстоянии.

Такие перемещения человек может заметить не всегда. Помешать могут волны на поверхности воды и качка самого корабля (из-за чего отражение Солнца «дёргается», и поэтому трудно понять, куда оно переместилось). Если пятно находится далеко (например, на расстоянии несколько километров), человек, переместившийся по палубе на несколько метров (или даже на десятки метров), также не сможет заметить такое маленькое изменение такого большого расстояния.

Если изменения расположения солнечного пятна на поверхности воды человеку заметны, то, естественно, чем ближе к борту человек подойдёт, тем дальше (на такое же расстояние) солнечное отражение от борта корабля «отодвинется».

Объясним, почему так происходит. Всё дело в том, что Солнце находится очень-очень далеко от Земли (примерно 150 миллионов километров). Поэтому наши перемещения по поверхности Земли на метры, десятки метров и даже километры не позволяют заметить какой-либо разницы в положении Солнца на небе. То есть можно считать, что солнечные лучи падают на поверхность воды под одним и тем же углом. И под тем же самым углом отражаются (угол падения равен углу отражения).

Солнечные лучи отражаются ото всей поверхности воды. Но отражение Солнца человек наблюдает именно в том месте поверхности, откуда солнечные лучи, отразившись, дальше направляются именно в глаза именно этого человека. На рисунке условно показано расположение трёх человек и для каждого из них пунктиром отмечены те лучи (падающие и отражённые от поверхности воды), благодаря которым именно этот человек наблюдает отражение Солнца на водной поверхности (отражение Солнца, разумеется, наблюдается именно в том месте поверхности воды, где происходит отражение показанных пунктиром лучей).

Если человек куда-то переместится (оставаясь на том же расстоянии от поверхности воды), то вместе с ним в ту же сторону «переместится» и весь рисунок.

А чтобы расстояние между человеком и наблюдаемым им отражением Солнца поменялось, необходимо изменить расстояние между человеком и поверхностью воды. Чем ближе человек окажется к поверхности воды, тем ближе к себе он увидит солнечное отражение (см. на рисунке человека, находящегося на «острове»).

2. В велосипедах часто используется такой вариант. Воздух в колесо подаётся через металлическую трубку. Конец трубки запаян, но недалеко от конца сбоку сделано отверстие. На металлическую трубку надевается резиновая трубочка, закрывающая это боковое отверстие.

При накачивании колеса внутри металлической трубки создаётся большое давление воздуха, достаточное для того, чтобы оттянуть резиновую трубку от поверхности металлической (действуя против сил внутреннего давления в колесе и сил упругости резины). Воздух, оттянувший резиновую трубку, поступает в колесо.

Если давление в трубке меньше, чем в колесе, резиновая трубка плотно прилегает к поверхности металлической (за счёт собственной силы упругости и давления внутри колеса) и, таким образом, закрывает боковое отверстие.

Исторический комментарий. Такую конструкцию предложил шотландский ветеринар Джон Данлоп (1840–1921). Он получил патент (23.07.1888) и смог наладить промышленное производство надувных колёс. Известно, что за год до этого Данлоп экспериментировал с велосипедом своего сына, изготовив надувные колёса из поливочного шланга. (К этому времени велосипеды уже были достаточно распространены, но вместо привычных нам надувных колёс использовались шины из сплошной резины, или вообще деревянные или металлические, что было очень неудобно).

Ранее (10.10.1845) аналогичный патент получил эдинбургский торговец Роберт Уильям Томсон (по роду своей деятельности он был связан с перевозками

грузов на конных экипажах). Однако тогда дело дальше экспериментов не пошло (видимо, удачную для практического применения конструкцию Томсону создать так и не удалось).

3. Часть поверхности тела улитки, соприкасающуюся с поверхностью, по которой улитка ползёт, будем условно называть «стопой». Также рассмотрим условную координатную ось и направим её вдоль направления движения улитки.

Процесс ползания происходит примерно следующим образом.

1. Сокращается задний конец стопы. При этом координата самой задней части стопы увеличивается (например, на величину Δx).

2. Созданное сзади сокращение в виде волны прогоняется через всю стопу от заднего конца до переднего.

3. На переднем конце стопы сокращение разжимается, при этом передний конец также перемещается вперёд на величину, примерно равную Δx.

Схематично последовательные этапы этого процесса показаны на рисунке.

В результате оказалось, что вся улитка переместилась вперёд на величину Δx. Затем описанный процесс повторяется.

Животное также может «запускать» следующую «волну», не дожидаясь полного прохождения предыдущей; тогда по стопе улитки перемещаются сразу несколько «волн» (друг за другом), в результате чего возрастает скорость ползания. «Волны» могут распространяться по стопе улитки не только прямолинейно, но и более сложным образом. Таким способом улитка может менять направление своего перемещения.

4. Основных причин две.

1. Увеличивается срок службы устройства (до следующей смены батареек). Заметим, что для этой цели параллельное соединение батареек имеет смысл использовать только тогда, когда работа от одной батарейки приводит к исчерпанию ресурса батарейки раньше, чем истекает срок хранения этой батарейки (когда она испортится в любом случае, даже если вообще не использовалась).

Пример такой ситуации: настенные электронные часы с большими декоративными стрелками (на вращение которых тратится много энергии). Небольшое увеличение веса таких часов проблем не создаёт, а вот часто залезать на стену, где они висят, для смены батареек — неудобно.

2. Уменьшение внутреннего сопротивления. Разумеется, если слов «внутреннее сопротивление» школьник не написал, а просто пишет о зависимости реального напряжения батарейки от тока (сопротивления нагрузки) — это тоже правильный ответ. Стабильное (то есть как можно меньше зависящее от нагрузки) напряжение питания необходимо для точных электроизмерительных приборов.

Комбинация первого и второго случаев — устройства с большим, но кратковременным энергопотреблением (например, фотовспышка). Батарейка от большой нагрузки «портится» со временем (но пока не «испортилась» — может выдавать большой ток), а затем восстанавливается. Если батареек несколько — сила тока делится на количество батареек, и каждая батарейка работает дольше. Во многих случаях для фотокорреспондента может оказаться более полезной возможность сделать больше снимков подряд, чем более лёгкий фотоаппарат (например, если съёмка ведётся со штатива, то дополнительный вес нескольких «лишних» батареек почти не создаёт дополнительных неудобств).

5. Для переплывания реки за минимальное время пловец должен грести перпендикулярно берегам со своей максимальной скоростью $v = 2$ м/с. В этом случае он переплывёт реку за 100 секунд.

Отметим на горизонтальной оси графика вместо координаты пловца время, когда он там был. Также заметим, что скорость сноса пловца вдоль берега пропорциональна как скорости реки в том месте, где его сносит, так и времени, в течении которого сам пловец находился в этом месте. То есть суммарное расстояние сноса L — это площадь под графиком зависимости $u(t)$.

Графиком этой зависимости в выбранном нами масштабе является полуокружность с радиусом, эквивалентным величине 50 с или 1 м/с. Найдём площадь этой полуокружности по формуле $S = \dfrac{\pi R^2}{2} = \dfrac{\pi \cdot R \cdot R}{2}$, один раз подставив вместо радиуса R его выражение через скорость и второй раз — его выражение через время. Получится

$$L = \frac{\pi \cdot 50\ \text{с} \cdot 1\ \text{м/с}}{2} = 25\pi\ \text{м} \approx 80\ \text{м}.$$

6. Энергия излучения, оказавшегося внутри спирали, разумеется, зря никуда не пропадает, а поглощается этой же спиралью.

Использовать это излучение более полезным образом, тоже, увы, не получится. Если предположить, что мы каким-то способом сумели «вытащить» свет изнутри спирали (например, вообще не сворачивать нить в спираль, а сделать очень длинную лампочку с прямой нитью накаливания), то теплоотдача нити

возрастёт (раньше часть излучения поглощалась, теперь — нет). Соответственно, уменьшится температура нити (при той же электрической мощности лампочки), уменьшится и яркость.

Описанная форма спирали обеспечивает при заданной мощности лампочки и напряжении в электрической сети определённую эквивалентную площадь излучающей горячей поверхности, а, следовательно, и определённую температуру излучающей поверхности. Если изготовить не спираль, а сплошной цилиндр с нужной площадью и с длиной, заданной размерами лампочки, то при заданной мощности излучения напряжение на его концах будет значительно меньше, чем напряжение в электрической сети (например нынешние 220 В или в прежние времена 127 В). Лампочки с прямыми спиралями (то есть нитью, закрученной в спираль только один раз) использовались в старых моделях мотоциклов и автомобилей (с аккумуляторами напряжением 6 В), и сейчас используются в карманных фонариках.

Таким образом, спираль решает и проблему габаритов лампочки при заданном напряжении сети. Ещё одна проблема, которая решается описанной формой спирали, связана с тем, что в электрической сети используется переменное напряжение. Мощность, выделяющаяся в спирали при протекании по ней тока, пульсирует, изменяясь от нуля до некоторого максимального значения. Описанная форма спирали обеспечивает тепловую инерцию спирали лампочки. Её температура в течение каждого периода (0,02 секунды) изменяется при такой форме спирали всего на 10–15%, что мало заметно и не создаёт неудобств для зрения.

7. Рассмотрим какую-нибудь произвольную конфигурацию зарядов в пространстве. Между зарядами, разумеется, действуют как электростатические силы, так и иные (удерживающие заряды на своих местах).

Теперь увеличим все заряды в n раз. Тогда все электростатические силы в соответствии с законом Кулона возрастут в n^2 раз. В самом деле, в соответствии с этим законом

$$F = k\frac{q_1 q_2}{r^2}.$$

Рассмотрим какой-нибудь заряд, для которого мы вычисляем действующую на него электростатическую силу. Сам этот заряд увеличился в n раз, все остальные заряды, с которыми этот заряд взаимодействует, также увеличиваются в n раз. В результате в числителе получается коэффициент n^2.

В случае нашей системы из заряженных шариков все заряды расположены на поверхности шариков, все электростатические силы могут действовать на эти заряды только перпендикулярно поверхности шариков во внешнюю сторону (иначе, так как шарики изготовлены из проводящего материала, эти заряды, эти заряды не смогли бы оставаться неподвижными). Кроме того, сумма всех электростатических сил, действующих на заряды каждого шарика, должна быть равна нулю (так как шарики в целом друг с другом не взаимодействуют).

Разумеется, при умножении зарядов нашей системы (описанной в условии задачи) на любой коэффициент все эти условия сохраняются (перпендикулярность поверхности и нулевая сумма электростатических сил для каждого ша-

рика), поэтому после такого умножения получившаяся конфигурация зарядов также будет равновесной.

В частности, при условии

$$\frac{Q_2}{Q_1} = \frac{Q_1 + q}{Q_2}$$

добавление заряда q эквивалентно умножению всех зарядов на коэффициент $n = (Q_1 + q)/Q_1$ и перестановке шариков местами (переставлять их можно, так как по условию задачи они одинаковые). Отсюда получается ответ задачи $q = \dfrac{Q_2^2}{Q_1} - Q_1$.

Теперь выясним, почему вообще между двумя металлическими шариками, имеющими заряды одного знака, может отсутствовать электростатическое взаимодействие. Как известно, два одинаковых металлических шарика, один из которых заряжен (заряд для определённости будем считать положительным), а другой — нет, притягиваются друг к другу. Это происходит из-за перераспределения зарядов (электронов) по поверхности шариков, в результате чего притягивающиеся заряды оказываются расположенными друг к другу ближе, чем отталкивающиеся.

Если рассмотреть ту же ситуацию, но на тот шарик, который раньше был нейтральным, поместить маленький заряд, то сила взаимодействия изменится тоже незначительно (то есть «маленький» заряд можно сделать таким, чтобы шарики по-прежнему притягивались друг к другу). Таким образом, получается, что два *одноимённо* заряженных тела могут даже *притягиваться* друг к другу.

Теперь будем постепенно увеличивать «маленький» заряд до величины заряда второго шарика. В тот момент, когда заряды окажутся равными, шарики будут отталкиваться. Значит, в какой-то момент в процессе увеличения заряда сила взаимодействия между шариками сменилась с притяжения на отталкивание и была в этот момент нулевой.

Может возникнуть совершенно справедливый вопрос: *а почему два одинаковых металлических шарика, имеющие одинаковые электрические заряды, отталкиваются друг от друга?* На первый взгляд это кажется очевидным. (Но, с другой стороны, вполне может показаться очевидным, что и шарики просто с одноимёнными (одинаковыми по знаку, но не обязательно равными по величине) зарядам также должны отталкиваться. Но, как мы убедились, решая данную задачу, это не всегда так.)

Попробуем дать достаточно строгий ответ на этот вопрос.

В нашей системе двух одинаковых металлических шариков есть центр симметрии — середина отрезка, соединяющего центры шариков.

После помещения на такую симметричную систему симметричных зарядов (поровну и на один, и на другой металлический шарик) возникает симметричное распределение этих зарядов и созданная таким распределением зарядов симметричная картина электростатических потенциалов в пространстве.

Силовая линия электростатического поля не может начинаться на поверхности одного шарика и заканчиваться на поверхности другого, так как электростатические потенциалы шариков одинаковы (из-за симметрии), а силовая линия

всегда соединяет точки с различными потенциалами (на перемещение заряда вдоль силовой линии необходима работа).

Также силовые линии не могут и начинаться, и заканчиваться на поверхности одного и того же шарика: потенциалы всех точек проводника (шарики металлические) обязательно должны быть одинаковыми.

Предположим, что на каком-то металлическом шарике есть участки как с положительной, так и с отрицатльной плотностью заряда. Силовые линии, «выходящие» из участков поверхности с положительной плотностью заряда, как мы уже выяснили, могут заканчиваться только на бесконечности (и это означает, что электростатический потенциал точки, откуда такая силовая линия начинается, положителен[1]). Аналогично, силовые линии, «входящие» в участки с отрицательной плотностью заряда, также могут приходить только с бесконечности (и это означает, что электростатический потенциал точки, где такая силовая линия заканчивается, отрицателен).

Но одновременно и то, и другое невозможно. То есть все участки поверхности шарика должны иметь поверхностную плотность заряда одного и того же знака. На втором шарике должно быть такое же (симметричное) распределение поверхностных зарядов. То есть каждый участок поверхности одного шарика отталкивается от каждого участка поверхности другого шарика (эти участки одноимённо заряжены). Значит, и сами шарики отталкиваются друг от друга.

8. До соударения газ имел кинетическую энергию (в системе отсчёта, связанной со стенкой; имеется в виду кинетическая энергия не отдельных молекул, а газа в целом). После соударения эта энергия перешла во внутреннюю энергию газа[2].

Зная теплоёмкость газа для данных условий[3], найдём величину изменения температуры.

$$\Delta E_{\text{кин}} = \Delta U_{\text{внутр}}$$

$$\frac{mv^2}{2} = c_V \nu\, \Delta T$$

$$\frac{\nu M v^2}{2} = \frac{3}{2} R \nu\, \Delta T$$

$$Mv^2 = 3R\, \Delta T$$

$$\Delta T = \frac{Mv^2}{3R} = \frac{(4\ \text{г/моль}) \cdot (1\ \text{км/с})^2}{3 \cdot 8{,}31\ \text{Дж/(моль} \cdot \text{К)}} =$$

[1] относительно бесконечности

[2] В случае одноатомного идеального газа, рассмотренного в данной задаче, это как раз и есть кинетическая энергия поступательного движения отдельных молекул. В более сложных случаях вклад во внутреннюю энергию также могут давать вращательные и колебательные движения молекул, взаимодействие молекул между собой и т. п.)

[3] Это важно! Если объём газа не будет сохраняться, то и величина теплоёмкости будет другой. На самом деле так оно и будет — процесс установления равновесия после удара в газе будет достаточно сложным, объёмы разных частей газа будут изменяться по-разному. Мы же в решении задачи рассматриваем только начальное и конечное (установившееся) состояние газа, так как любой способ перехода газа между этими состояниями даст одинаковый результат.

$$= \frac{(4 \cdot 10^{-3}\ \text{кг/моль}) \cdot (10^3\ \text{м/с})^2}{3 \cdot 8{,}31\ (\text{кг} \cdot \text{м}^2/\text{с}^2)/(\text{моль} \cdot \text{К})} = \frac{10^3 \cdot 4}{3 \cdot 8{,}31}\ \text{К} \approx 160{,}45\ \text{К}.$$

Окончательная температура газа составит $200\ \text{К} + \Delta T \approx 360{,}45\ \text{К}$.

Комментарий жюри. Очень многие школьники, решавшие эту задачу, попали в одну и ту же «ловушку». А именно, получив формулу $\Delta T = \dfrac{Mv^2}{3R}$, подставили в неё числовые значения данных в условии величин $v = 1$ км/с и $R = 8{,}31$ Дж/(моль · К), не обратив внимание на то, что 1 Дж = 1 кг · м^2/с^2, а просто «сократив» все размерности и понадеявшись, что в результате получится верный числовой результат, выраженный в градусах Кельвина. Конечно же, километры (входившие в размерность скорости) с метрами (входившими в размерность универсальной газовой постоянной R) так сокращать нельзя. В результате те, кто так поступил, в этом месте решения ошиблись в $1000^2 = 1000000$ раз! (в одном километре 1000 метров, а размерности длины и в числителе, и в знаменателе стояли во второй степени). И даже после получения явно странного числового результата эта ошибка часто всё равно оставалась незамеченной.

9. В повёрнутую лупу (по сравнению с установленной перпендикулярно направлению наблюдения) «попадёт» бóльший фрагмент пейзажа, причём как по вертикали, так и по горизонтали. «Сжатие» по вертикали будет меньше, чем по горизонтали (в этом легко убедиться, рассматривая не пейзаж, а, например, стену, выложенную квадратными плитками).

Приведём качественное описание наблюдаемого эффекта. (Точное решение в этой задаче и не предполагается — в условии не указаны точные параметры линзы, расстояния и т. п.).

Прежде всего напомним (уточним), что лупой обычно называется собирающая линза с фокусным расстоянием F примерно 10 см или меньше. В нашем случае (до того, как линзу повернули) наблюдаемый пейзаж находится от линзы на расстоянии $a \gg 2F$, поэтому будет наблюдаться действительное уменьшенное перевёрнутое изображение. Расстояние b от линзы до изображения связано с F и a формулой тонкой линзы

$$\frac{1}{a} + \frac{1}{b} = \frac{1}{F}$$

и равно

$$b = \frac{aF}{a - F} = F + \frac{F^2}{a - F} > F.$$

Как известно, свет от точки предмета до соответствующей ей точки изображения должен проходить по разным «лучам» за одно и то же время. В случае обычной выпуклой собирающей линзы лучи, проходящие через центр линзы, имеют меньшую длину, но зато проходят бóльший участок через материал линзы (её центральную «толстую» часть), скорость света в котором меньше[1]. Свет,

[1]Отношение скорости распространения света в вакууме к скорости света в веществе называется коэффициентом преломления вещества. Примерные значения коэффициента преломления для стекла 1,5, для воздуха 1,0003.

проходящий через тонкие края линзы, затрачивает меньше времени на распространение по стеклу (с меньшей скоростью), но зато преодолевает больший путь по воздуху.

В принципе, аналогичными свойствами обладает не только «обычная» линза (стеклянное тело, ограниченное двумя сферическими поверхностями), но и другие оптические системы, в которых распределение оптически плотного (имеющего большой коэффициент преломления) вещества аналогично: какая-то прямая «главная оптическая ось» пересекает самую большу́ю «толщину» оптически плотного вещества, а прямые, параллельные ей — меньшую (причём тем меньше, чем дальше эта прямая от «главной оптической оси» и эта зависимость от расстояния аналогична такой зависимости для «обычной» собирающей линзы). Такая «нестандартная» линза, например, будет фокусировать параллельный световой пучок в «точку» (область пространства, существенно меньшую по размерам, чем диаметр пучка и размеры самой оптической системы). Если поверхности нашей оптической системы достаточно гладкие и плавные и её фокусное расстояние больше её собственных размеров (по крайней мере, фокус лежит за пределами самой системы), то с её помощью также можно строить изображения (возможно, с некоторыми искажениями; одно из возможных искажений — непропорциональное «сжатие» изображения — как раз и рассматривается в данной задаче).

Пусть зависимость «толщины» нашей линзы от расстояния до главной оптической оси выражалась функцией $h(r)$. Угол поворота линзы 45° (заданный в условии задачи) для уменьшения путаницы обозначим через α (напомним, что $\sin 45^\circ = \cos 45^\circ = 1/\sqrt{2}$). В результате поворота все части линзы окажутся повёрнутыми боком к направлению наблюдения на угол α и их «толщина» умножится на коэффициент $1/\cos\alpha$. Кроме того, все точки линзы, кроме расположенных на оси поворота, из-за поворота стали располагаться ближе к оптической оси (то есть прямой, идущей в направлении наблюдения и проходящей через центр линзы). В результате после поворота зависимость «толщины» линзы от расстояния до оптической оси окажется равной $\dfrac{h(r)}{\cos\alpha}$ «по вертикали», $\dfrac{h(r\cos\alpha)}{\cos\alpha}$ «по горизонтали» и промежуточным — в остальных местах линзы.

При «сжатии» линзы в каком-то направлении, перпендикулярном оптической оси (а то, что описано выше, это фактически и есть сжатие; перемещения материала линзы вдоль оси наблюдения, как было отмечено ранее, в данном случае несущественны) вся картинка лучей также «сжимается» вместе с линзой. Даже чуть сильнее, так как луч, совпадающий с оптической осью, не претерпевает вообще никаких изменений, а длина, например, «боковых» лучей, также начинающихся и заканчивающихся на оптической оси, но проходящих не через центр линзы, из-за «пропорционального» сжатия уменьшается (в основном та часть, которая проходит по воздуху). И чтобы «скомпенсировать» время прохождения, таким лучам приходится «забираться» ещё ближе к центру линзы, на более толстый её участок. Соответственно, картинка лучей «сжимается» немного сильнее, чем мы «сжали» линзу, и поэтому в линзу (создаваемое ею изображение) «поместится» больший фрагмент наблюдаемого объекта (чем до «сжатия»). Вот мы и получили ответ на вопрос задания.

Разумеется, полученные изображения кроме искажений сжатия (различного по разным направлениям) будут иметь и другие искажения (скорее всего бóльшие, чем при «правильном» использовании линзы). Это будет хорошо заметно (расплывчатость) при фокусировании изображения на экран[1]. Если же изображение наблюдается глазом (или цифровым фотоаппаратом с автоматической фокусировкой[2]), то эти искажения частично устраняются (но при этом могут искажаться и размеры изображения).

Заметим, что попытка решить задачу с использованием «напрямую» модели тонкой линзы приведёт к качественно неверному результату. А именно, в этой модели считается, что параллельные световые пучки, направление которых не совпадает с направлением главной оптической оси линзы, линза фокусирует в побочных фокусах, которые все расположены дальше от оптического центра линзы, чем главные фокусы. Соответственно, «повёрнутую» на угол α линзу нужно было бы считать обычной, но с фокусным расстоянием $F/\cos\alpha$ (где F — «обычное» фокусное расстояние). Кроме того, в модели тонкой линзы увеличение изображения определяется только отношением расстояний от линзы до предмета и от линзы до изображения, что в нашем случае не соответствует действительности.

Критерии проверки и награждения

Было предложено 9 заданий. По результатам проверки каждого задания ставилась одна из следующих оценок:

«+!», «+», «+.», «±», «+/2», «∓», «−.», «−», «0».

«Расшифровка» этих оценок точно такая же, как и на конкурсе по математике (см. стр. 357).

При подведении формальных итогов используется простой алгоритм, ориентирующийся в основном на количество решённых заданий (тонкая разница между различными оценками не учитывается). А именно, вычисляется 6 чисел.

A_1 = количество оценок не хуже ± за задачи младших классов
A_2 = количество оценок не хуже ± за задачи своего класса
A_3 = количество оценок не хуже ± за задачи старших классов

B_1 = количество оценок не хуже +/2 за задачи младших классов
B_2 = количество оценок не хуже +/2 за задачи своего класса
B_3 = количество оценок не хуже +/2 за задачи старших классов

Затем подводятся формальные итоги следующим образом.

Оценка «**v**» (грамота за успешное выступление в конкурсе по физике) ставилась в следующих случаях:

[1]Наблюдения лучше всего проводить в тёмной комнате. В качестве экрана годится белый лист бумаги. В качестве наблюдаемого объекта раньше в таких случаях использовали горящую свечку, сейчас же для этих целей лучше подойдёт компьютерный монитор (или ноутбук) — они ярче, безопаснее и удобнее свечки, имеют прямоугольную форму (удобную для наблюдения сжатия–растяжения изображения), ровные края (удобные для наблюдения расплывчатости), возможность отобразить любую удобную для экспериментатора картинку, квадратную сетку и т. п.

[2]Мобильный телефон с видеокамерой также вполне годится.

1. класс не старше 6 и $B_1 + B_2 + B_3 \geqslant 1$;
2. класс не старше 8 и $A_2 + A_3 \geqslant 1$;
3. $A_2 + A_3 \geqslant 2$ в любом классе.

Оценка «**е**» (балл многоборья) ставилась школьникам, не получившим грамоту, в следующих случаях:
1. класс не старше 6 и $A_1 + B_2 + B_3 \geqslant 1$;
2. класс не старше 8 и $A_1 + B_2 + B_3 \geqslant 2$;
3. $A_2 + A_3 \geqslant 1$ в любом классе;
4. $A_1 + B_2 + B_3 \geqslant 4$ в любом классе.

КОНКУРС ПО ХИМИИ

Задания

Участникам предлагается решить 2–3 задачи. После номера каждой задачи в скобках указано, каким классам она рекомендуется. Решать задачи не своего класса разрешается, но решение задач для более младшего класса, чем Ваш, будет оцениваться меньшим количеством баллов.

1. (7–8) Юный натуралист Вася решил набрать кварцевого песка для террариума. Он взял банку ёмкостью 1 литр, пошёл на карьер и наполнил банку песком. Вася знал, что плотность кварца составляет 2,4 г/см^3. Поэтому он легко посчитал, какая масса кварцевого песка войдет в банку. Однако когда Вася принёс песок домой и взвесил его, масса оказалась на 1 кг 100 г меньше, чем он ожидал. Вася так и не определил причину этого расхождения, потому что не знал, что для сыпучих веществ, вместо плотности, следует использовать другую величину — насыпную плотность.

1) Сформулируйте, что (с вашей точки зрения) нужно назвать насыпной плотностью?

2) Почему плотность и насыпная плотность веществ не совпадают?

3) Рассчитайте насыпную плотность найденного Васей кварцевого песка.

2. (8–9) Неметалл X образует несколько оксидов и одно соединение с водородом, где элемент X имеет степень окисления –1. Высший оксид содержит 61,20% кислорода, а водородное соединение — 2,74% водорода. Определите элемент X, напишите формулу его высшего оксида и уравнение реакции этого оксида с водой.

3. (8–10) Образцы лития, натрия и калия равной массы полностью растворили в соляной кислоте (в трёх разных сосудах).

1) Определите соотношение объёмов (или масс) газообразного водорода, который выделится в этих трех реакциях.

2) Напишите уравнения реакций.

3) После завершения реакции обнаружили, что в одном из полученных растворов — кислая среда, во втором — нейтральная, а в третьем — щелочная. Как это могло произойти? Какой из указанных металлов содержится в каждом из

этих растворов (учитывая, что исходные растворы соляной кислоты имели одинаковую массу и содержали одно и то же количество HCl)? Ответ поясните.

4. (9–10) В трёх банках без этикеток находятся три раствора индивидуальных веществ — один жёлтый и два бесцветных (соответственно растворы **1**, **2** и **3**). Из банок отбирают отдельные порции растворов для проведения химических реакций. При добавлении соляной кислоты раствор **1** становится оранжевым, **2** остаётся без видимых изменений, а в растворе **3** наблюдается выделение газа. При действии нитрата серебра из раствора **1** выпадает красный осадок, из раствора **2** — белый творожистый осадок, нерастворимый в азотной кислоте, а **3** даёт белый осадок, растворимый в азотной кислоте. При смешивании растворов **1** и **3** друг с другом (с добавлением нескольких капель серной кислоты) цвет смеси становится фиолетовым. Что могут представлять собой вещества, находящиеся в растворах **1**, **2** и **3**? Напишите уравнения реакций.

5. (9–10) Для осмия и рутения хорошо известны оксиды, содержащие металлы в восьмивалентном состоянии (OsO_4 и RuO_4). Сравнительно недавно такой оксид был получен и для третьего элемента этой подгруппы Периодической системы — железа (FeO_4). Какими должны быть кислотно-основные свойства указанных оксидов (кислотные, основные или несолеобразующие оксиды), а также их окислительно-восстановительные свойства? Ответ поясните. Приведите необходимые уравнения реакций.

6. (9–11) Для тушения пожаров применяются традиционные средства (вода, песок и др.), а также различные виды огнетушителей, например:

1) углекислотный (баллон со сжатым углекислым газом);
2) порошковый (мелкодисперсная смесь порошков соды и силикагеля);
3) пиротехнический (содержит органическое вещество и окислитель).

Какой принцип положен в основу действия этих средств пожаротушения (то есть за счёт чего происходит гашение пламени)? Что нужно учитывать, чтобы правильно выбрать средство для тушения пожара (то есть в каких случаях некоторые из указанных средств непригодны)?

7. (10–11) К смеси этана и ацетилена объёмом 2,0 л добавили 4 л водорода и полученную газовую смесь пропустили над платиновым катализатором. По окончании реакции общий объём газовой смеси составил 3,6 л. Определите объёмные доли этана и ацетилена в исходной смеси. Все объёмы газов измерены в одинаковых условиях.

8. (10–11) После длительной эксплуатации никелированной кастрюли, которую регулярно ставили на газовую плиту, поверхность кастрюли в некоторых местах покрылась ржавчиной. Химический анализ ржавчины показал, что она не содержит никеля. Как можно объяснить такой результат?

9. (10–11) Плотность паров углеводорода А по воздуху составляет 4,14. По данным анализа, этот углеводород содержит 90% углерода. Предложите строение углеводорода А, если известно, что он не обесцвечивает бромную воду и при бромировании в присутствии катализатора образует

а) одно монобромпроизводное

б) два разных монобромпроизводных.

Какой катализатор используется при бромировании?

Решения задач конкурса по химии

1. 1) Чтобы дать определение понятию насыпная плотность, полезно вспомнить определение обычной плотности. Плотностью называется отношение массы тела к его объёму. В случае сыпучих веществ плотность определяют точно так же: насыпной плотностью называется отношение массы сыпучего материала к его объёму (объёму тары, который требуется, чтобы насыпать туда вещество).

2) Обычную плотность измеряют для тел, однако сыпучий материал нельзя считать телом, так как он состоит из множества крупинок. Крупинки не могут ровно прилегать друг к другу всеми краями, между ними неизбежно остаются пустоты, заполненные воздухом. При расчёте насыпной плотности берут общую массу материала и общий объём, в который входят не только крупинки вещества, но и пустоты. Поэтому её величина отличается от плотности массивного материала, она всегда меньше.

3) Объём банки составляет один литр или 1000 см^3. Цельный кусок кварца такого объёма имел бы массу $\left(2{,}4\ \text{г/см}^3\right) \cdot 1000\ \text{см}^3 = 2400$ г. Именно такую массу и ожидал Вася. Реальная масса песка, однако, составила $2400 - 1100 = 1300$ г. Так как объём равен 1000 см^3, то насыпная плотность песка оказывается равной 1300 г/1000 см^3 = 1,3 г/см^3.

2. Согласно условию, элемент X образует водородное соединение вида HX, в котором содержание водорода составляет 2,74%. Найдём молекулярную массу элемента X, исходя из этих данных: $\dfrac{1\ \text{г/моль}}{2{,}74 : 100} \approx 36{,}5$ г/моль — молярная масса соединения HX, отсюда молярная масса элемента X равна 35,5 г/моль, значит этот элемент — хлор.

Формулу высшего оксида хлора можно записать, вспомнив, что хлор находится в седьмой группе периодической системы. На внешнем уровне у него семь электронов ($2s$ и $5p$).

Степень окисления хлора в высшем оксиде +7 (так как электроотрицательность у кислорода выше, чем у хлора, то степень окисления положительна). Таким образом, формула оксида Cl_2O_7.

Эту же формулу можно рассчитать из данных, приведённых в условии задачи.

Запишем формулу в общем виде Cl_mO_n. Тогда молярная масса этого оксида равна

$$\frac{n \cdot 16\ \text{г/моль}}{61{,}20 : 100} = \frac{m \cdot 35{,}5\ \text{г/моль}}{(100 - 61{,}20) : 100},$$

а $n/m = (35{,}5/16)\cdot(61{,}2/38{,}8) = 3{,}499\ldots \approx 3{,}5 = 7/2$. Отсюда получаем формулу высшего оксида Cl_2O_7.

При взаимодействии оксида Cl_2O_7 с водой образуется хлорная кислота, одна из самых сильных кислот:

$$Cl_2O_7 + H_2O = 2HClO_4$$

3. Запишем уравнения реакций, возможных в водном растворе соляной кислоты:

Взаимодействие с соляной кислотой

$$2HCl + 2Li = 2LiCl + H_2\uparrow$$
$$2HCl + 2Na = 2NaCl + H_2\uparrow$$
$$2HCl + 2K = 2KCl + H_2\uparrow$$

Взаимодействие с водой

$$2H_2O + 2Li = 2LiOH + H_2\uparrow$$
$$2H_2O + 2Na = 2NaOH + H_2\uparrow$$
$$2H_2O + 2K = 2KOH + H_2\uparrow$$

Как видно, во всех случаях количество выделившегося водорода вдвое меньше, чем количество прореагировавшего металла. Учитывая, что массы металлов одинаковые (обозначим массу металлов буквой m, а молярные массы M_{Li}, M_{Na} и M_{K}). Найдём количества молей металлов ν_{Li}, ν_{Na} и ν_{K}):

$$\nu_{\mathrm{K}} = \frac{m}{M_{\mathrm{K}}} = \frac{m}{39\ \text{г/моль}}$$
$$\nu_{\mathrm{Li}} = \frac{m}{M_{\mathrm{Li}}} = \frac{m}{7\ \text{г/моль}} = \nu_{\mathrm{K}} \cdot \frac{39}{7} \approx 5{,}57\nu_{\mathrm{K}}$$
$$\nu_{\mathrm{Na}} = \frac{m}{M_{\mathrm{Na}}} = \frac{m}{23\ \text{г/моль}} = \nu_{\mathrm{K}} \cdot \frac{39}{23} \approx 1{,}70\nu_{\mathrm{K}}$$

Таким образом, литий, натрий и калий были взяты в молярном соотношении

$$5{,}57 : 1{,}70 : 1.$$

Это также соотношение количеств молей выделившегося водорода, а значит и соотношение объёмов и масс.

То, что в одном растворе по окончании реакции среда оказалась кислой, может свидетельствовать о том, что кислота была в избытке, и часть её не прореагировала. Такое возможно в растворе, где количество молей металла было минимальным. Из выведенных выше соотношений видно, что меньше всего было калия (самая большая молярная масса из трёх рассматриваемых металлов).

В растворе с щелочной средой часть металла прореагировала с кислотой, которая была в недостатке, а оставшийся металл прореагировал с водой с образованием щёлочи. Это возможно в случае, когда металла было максимальное количество молей при той же массе — это литий. Нейтральная среда в оставшемся растворе свидетельствует о том, что кислота и металл были в эквимолярном соотношении, такое возможно в случае натрия, которого при той же массе было меньше, чем лития, но больше, чем калия.

4. В банках содержатся соли щелочных металлов (или любых других, не влияющих на растворимость и цвет осадков в описанных реакциях), каких именно —

для проведения данных реакций не важно, для определённости будем считать, что это соли калия.

Банка № 1 — K_2CrO_4

Банка № 2 — KCl

Банка № 3 — K_2SO_3; сульфид K_2S также удовлетворяет всем условиям задачи, кроме одного, но поскольку в выданной на Турнире таблице растворимости отсутствовал столбец с сульфит-ионом, решение с сульфидом также полностью засчитывалось.

Перечислим названные в условии задачи реакции.

Переход в кислой среде хромат-иона, дающего жёлтую окраску раствора, в бихромат-ион, дающий оранжевый цвет.

$$2K_2CrO_4 + 2HCl \rightarrow K_2Cr_2O_7 + 2KCl + H_2O$$

При добавлении к раствору KCl соляной кислоты никаких внешних изменений не наблюдается.

Реакция

$$K_2SO_3 + 2HCl \rightarrow 2KCl + SO_2\uparrow + H_2O$$

сопровождается выделением газообразного оксида серы (IV). В случае, если вместо K_2SO_3 рассматривается K_2S, реакция с HCl также соответствует описанию в условии задачи — выделяется газ (но другой — сероводород):

$$K_2S + 2HCl \rightarrow 2KCl + H_2S\uparrow$$

В реакции

$$K_2CrO_4 + 2AgNO_3 \rightarrow Ag_2CrO_4\downarrow + 2KNO_3$$

выпадает осадок хромата серебра красного цвета.

Стандартная качественная реакция на хлорид-ион

$$KCl + AgNO_3 \rightarrow AgCl\downarrow + KNO_3$$

даёт характерный творожистый осадок

В реакции

$$K_2SO_3 + 2AgNO_3 \rightarrow Ag_2SO_3\downarrow + 2KNO_3$$

образуется белый осадок сульфита серебра.

В реакции

$$K_2S + 2AgNO3 \rightarrow Ag_2S\downarrow + 2KNO_3$$

выпадает чёрный осадок сульфида серебра (это единственное несоответствие сульфида калия условиям задачи).

Фиолетовую окраску раствора даёт ион Cr^{3+}, образующийся в результате окислительно-востановительной реакции

$$2K_2CrO_4 + 3K_2SO_3 + 5H_2SO_4 \rightarrow Cr_2(SO_4)_3 + 5K_2SO_4 + 5H_2O$$

$$\begin{array}{l|l} Cr^{6+} + 3e \rightarrow Cr^{3+} & 2 \\ S^{4+} - 2e \rightarrow S^{6+} & 3 \end{array}$$

5. Кислотно-основные свойства оксидов металлов переменной валентности меняются в зависимости от степени окисления металла. С увеличением степени окисления металла в оксиде, свойства оксидов как правило меняются от основных (для низшей степени окисления), через амфотерные (для промежуточных степеней окисления) и до кислотных (для высших степеней окисления). Хорошо известным примером, иллюстрирующим данную закономерность, являются соединения хрома. Хром(II) образует основной оксид CrO, которому соответствует гидроксид $Cr(OH)_2$ — основание. Оксид трёхвалентного хрома Cr_2O_3 — амфотерный. При взаимодействии с кислотами он образует соли с катионом Cr^{3+}, например, $CrCl_3$, а с основаниями — соли типа $NaCrO_2$ или $Na_3[Cr(OH)_6]$. Оксид же шестивалентного хрома CrO_3 — кислотный.

Оксиды, приведённые в задаче, содержат элементы в высшей степени окисления, значит разумно предположить, что они являются кислотными. Для OsO_4 кислотные свойства проявляются при взаимодействии с основаниями, где он образует осматы(VIII)

$$OsO_4 + 2KOH = K_2[OsO_4(OH)_2] \qquad (1)$$

Аналогичные рутенаты(VIII) являются неустойчивыми, оксид RuO_4 растворяется в щелочах с выделением кислорода (восстанавливается)

$$2RuO_4 + 4NaOH = 2Na_2RuO_4 + O_2 + 2H_2O \qquad (2)$$

и в результате получается соль, формально соответствующая другому оксиду рутения — RuO_3. Однако (также формально) оксид RuO_4, несмотря на отсутствие соответствующих ему устойчивых солей, считают кислотным, что в какой-то степени оправдывается механизмом протекания приведённой выше реакции (2) и аналогичных (образование, пусть и на короткое время, неустойчивого аниона, в котором рутений имеет формальную степень окисления +8). (Для ответа на вопрос задачи не требовалось знание конкретных формул соединений. Достаточно было сделать вывод о кислотных свойствах оксидов.)

Для оксида железа FeO_4 ситуация немного меняется. С одной стороны, FeO_4 — вещество очень неустойчивое и при контакте с водными растворами тут же распадается с выделением кислорода. Образования анионов с восьмивалентным состоянием железа не происходит, то есть реакции, аналогичные по механизму протекания реакции (2), и тем более (1), скорее всего невозможны[1]. По крайней мере экспериментально они не наблюдались. И дело тут не только в капризности вещества FeO_4 и сложностях экспериментальной работы с ним[2]. FeO_4 имеет тетраэдрическое строение (в центре — атом железа, в вершинах тетраэдра — четыре атома кислорода; оксиды OsO_4 и RuO_4 устроены аналогично, но отличаются от FeO_4 бóльшими геометрическими размерами тетраэдра).

Упрощённо ситуацию с FeO_4 можно объяснить тем, что химические связи «железо–кислород» оказываются слишком короткими для того, чтобы вокруг атома железа могло разместиться более 4 атомов кислорода («атом железа имеет

[1]Соли шестивалентного железа известны (например, K_2FeO_4, $BaFeO_4$), но по механизму, аналогичному реакции (2), их скорее всего получить невозможно.

[2]На подбор условий для синтеза FeO_4 учёные потратили несколько десятилетий.

слишком малый радиус» — принятое в химической литературе условное название такой ситуации). Соответственно, молекулы воды и анионы OH^- не могут оказаться геометрически рядом с атомом железа и провзаимодействовать с ним. Оксид FeO_4 условно считается несолеобразующим.

Металлы в данных оксидах находятся в высшей степени окисления: они отдали кислороду все электроны, которые были у них на s-подуровне внешнего уровня и на d-подуровне предыдущего уровня. Больше отдавать электроны они не в состоянии, то есть не могут окисляться (служить восстановителями). Напротив, принимают электроны они легко, то есть являются окислителями. Наиболее сильные окислительные свойства характерны для оксида FeO_4, который является неустойчивым и легко распадается с выделением кислорода даже при отсутствии восстановителей. RuO_4 — сильный окислитель, а OsO_4 — окислитель средней силы, он часто используется в этом качестве в органическом синтезе. Сказанное можно проиллюстрировать любыми реакциями между указанными оксидами и обычными восстановителями. Например,

$$2RuO_4 + 16HCl = 5Cl_2 + 2RuCl_3 + 8H_2O$$

или

$$OsO_4 + 8HCl(\text{конц.}) = OsCl_4 + 2Cl_2 + 4H_2O$$

6. Наиболее типичная ситуация горения — самоподдерживающееся окисление горящего материала кислородом воздуха при высокой температуре.

Для тушения чаще всего применяется вода. В этом случае тушение чаще всего происходит за счёт охлаждения (для горения необходима определённая температура, превышающая температуру воспламенения для данного вещества); смачивание горящей поверхности и, тем самым, изоляция горючего вещества от атмосферного кислорода; вытеснение атмосферного воздуха из зоны горения за счёт образующихся там при высокой температуре водяных паров.

Для тушения пожаров также используются огнетушители, которые часто оказываются более удобными и практичными: они имеют существенно меньшую массу и объём, чем эквивалентное по огнегасящим свойствам количество воды, не замерзают при отрицательных температурах (как это происходит с пожарными ёмкостями с водой), могут использоваться при отсутствии воды в водопроводной сети или там, где доступность воды ограничена — в автомобиле, вагоне метро, самолёте и т. п.

Также для тушения пожара могут оказаться подходящими оказавшиеся под рукой предметы и материалы, как специально заготовленные, так и вообще специально не предназначенные для пожаротушения: различные негорючие (или плохогорящие) листовые материалы — для укрывания огня и прекращения доступа кислорода, песок, земля, керамзит, цемент, глина, снег, баллоны с инертными газами (гелий, азот, углекислый газ, аргон и др.), шлаки, водные растворы и прочие негорючие жидкости и т. п.

В разных ситуациях применение того или иного метода тушения пожара может оказаться как предпочтительным, так и нежелательным, бесполезным или недопустимым. Рассмотрим подробнее с этой точки зрения способы, перечисленные в условии задачи, указав как положительные, так и некоторые отрицательные примеры их применения.

Водой нельзя тушить горящий кальций (и многие другие горящие металлы), так как он с ней взаимодействует с выделением большого количества тепла, в этом случае лучше выбрать песок или углекислый газ; горящие электроприборы, находящиеся под напряжением, также нельзя (или нежелательно) тушить водой, так как в этом случае вероятно короткое замыкание, нужно прежде всего отключить приборы от источника напряжения, либо использовать углекислотный огнетушитель.

Бессмысленно использовать воду при пожаре разлитых углеводородов (в частности, нефти и нефтепродуктов), так как они с водой не смешиваются и остаются на её поверхности, где продолжают гореть. Направлять на такие разливы углекислотный огнетушитель также опасно, поскольку это приведёт к разбрызгиванию. Небольшие разливы обычно засыпают песком, а для крупных разливов (например, в море) применяется специальная техника, которая в задаче не упоминалась.

Углекислый газ нельзя использовать для тушения горящего магния: магний в углекислом газе также «горит»:

$$2\mathrm{Mg} + \mathrm{CO_2} = \mathrm{C} + 2\mathrm{MgO}$$

Внешне это выглядит как обычное горение, образующийся углерод выделяется в виде сажи. Бывают и другие варианты горения без участия атмосферного кислорода. Окислитель может даже входить в состав горящего предмета (простейший пример — состав, из которого изготовлены головки спичек). В этой ситуации углекислый газ (и вообще тактика изоляции горящего предмета от атмосферного кислорода) также не поможет.

В случае пиротехнического огнетушителя механизм действия иной. При его работе образуется большое количество дыма, и твёрдые частицы дыма работают как центры обрыва цепных реакций горения (это уменьшает интенсивность горения, или вообще гасит реакцию, если количество обрывающихся цепочек реакций в единицу времени будет больше, чем вновь возникающих). Такой огнетушитель может быть рассчитан как на образование дыма непосредственно в зоне основного пожара, так и вне её (такие устройства, испускающие большое количество дыма, также называют дымовыми шашками). Пиротехнический огнетушитель полезен при тушении горящих паров углеводородов и некоторых других реакций горения газов.

При выборе правильного средства для тушения конкретного пожара надо рассматривать множество вариантов, что может явиться предметом целого реферата, а не одной задачи. Поэтому исчерпывающего ответа на этот вопрос задачи не ожидалось, достаточно было привести несколько примеров.

Также отметим, что планировать тушение пожара разумнее не тогда, когда уже что-нибудь горит, а заранее. И в соответствии разработанными планами заранее создать запас обычных, а где требуется (химическая лаборатория, нефтехранилище, промышленное предприятие) — и специальных пожарных средств.

7. Водород в присутствии платинового катализатора гидрирует непредельные углеводороды, значит в данном случае прошла реакция с ацетиленом, при этом

возможны два случая: образование этилена и полное гидрирование с образованием этана. Рассмотрим первый случай, ацетилен реагирует с водородом в эквимолярном соотношении:

$$C_2H_2 + H_2 \rightarrow C_2H_4$$

Суммарный объём газовой смеси $2 + 4 = 6$ л уменьшился на объём прореагировавшего водорода, который составляет $6 - 3{,}6 = 2{,}4$ л. Так как по уравнению реакции количества ацетилена и прореагировавшего водорода равны, приходим к противоречию: исходный объём газовой смеси был всего лишь 2,0 литра, поэтому объём ацетилена никак не мог составлять 2,4 л.

Рассмотрим второй случай:

$$C_2H_2 + 2H_2 \rightarrow C_2H_6.$$

Тогда водорода прореагировало вдвое больше, чем ацетилена, значит объём прореагировавшего ацетилена составляет 1,2 л. Таким образом в смеси содержалось 60% (1,2 л) ацетилена и 40% (0,8 л) этана.

На платиновом катализаторе при высоких температурах также возможно дегидрирование алканов и алкенов, но так как в ходе реакции объём смеси уменьшился, это свидетельствует о том, что водород в ходе реакции поглощался (присоединялся к ацетилену), а не выделялся.

8. Никелированную посуду обычно изготавливается из стали и, как понятно из названия, покрывается тонким слоем никеля. Это позволяет использовать для посуды обычную сталь, а не нержавеющую[1].

Однако со временем защитный слой повреждается, и в этих местах начинается окисление железа — основного компонента стали (образование ржавчины). Логично предположить, что никель из защитного слой также попадёт в эту ржавчину[2].

Бытовой газ представляет собой смесь углеводородов (пропана C_3H_8 и бутана C_4H_{10}), которые, как известно, сгорают с образованием углекислого газа CO_2. Однако при неполном сгорании углеводородов образуются малые количества газообразного монооксида углерода CO. Этот газ и «забирает» никель.

Рассмотрим, как он это делает. Многие металлы в нулевой степени окисления образуют с CO летучие комплексные соединения — карбонилы — в которых связи образуются за счёт свободных орбиталей атома металла и несвязывающей

[1]Нержавеющая сталь обычно получается за счёт добавки большого количества хрома (12–20%) и небольших количества других металлов, в том числе Ni, Mn, Ti, Nb, Co, Mo. «Нержавеющие» свойства обусловлены образованием на поверхности тончайшей защитной плёнки оксидов и др. нерастворимых соединений. Технология получения нержавеющей стали очень сложная, зачастую оказывается выгоднее использовать обычную («ржавеющую») сталь, предварительно нанеся на неё стойкий защитный слой, например слой никеля.

[2]Скорее всего в виде механических включений, так как никель устойчивее железа и сам начинает окисляться только при температуре около 500 °C Это — ещё одно преимущество никелированной посуды: кастрюля из нержавеющей стали без защитного покрытия не будет ржаветь, но всё равно будет «прогорать» на огне.

пары электронов на атоме C монооксида углерода, а дополнительная стабилизация достигается при взаимодействии d-электронов металла со свободными орбиталями молекул CO.

Примерами карбонилов являются

$$Cr(CO)_6, \quad Fe(CO)_5, \quad Mn_2(CO)_{10}.$$

А также более сложные, например

$$Fe_2(CO)_9, \quad Fe_3(CO)_{12}, \quad [Fe_2(CO)_8]_2.$$

Карбонилы образуются при взаимодействии металлов с CO при повышенной температуре и, как правило, при повышенном давлении. Однако карбонил никеля $Ni(CO)_4$, в отличие от карбонила железа (промышленный синтез $Fe(CO)_5$ проводится при температуре 180–200 °C и давлении, в 160–200 раз превышающем атмосферное), образуется при обычном давлении. Таким образом, при контакте атомов металлического никеля на поверхности кастрюли и молекул CO, образовавшихся при неполном сгорании бытового газа, образуется карбонил никеля — жидкость, имеющая невысокую температуру кипения (42,3 °C). Поэтому карбонил никеля легко испаряется с поверхности.

Таким образом, постоянный контакт с пламенем ускоряет износ защитного никелевого покрытия. А в процессе образования ржавчины (когда в защитном слое уже есть «дыра») фрагменты попавшего в ржавчину никеля очень хорошо «вылизываются» пламенем. Никель также удаляется и с частей посуды (боков, ручек), непосредственно не соприкасающихся с огнём — в воздухе поблизости от газового пламени всегда будет присутствовать CO, а для образования и испарения $Ni(CO)_4$, как указано выше, вполне достаточно умеренных температур (< 100 °C).

В результате никель уже не обнаруживается при последующем анализе ржавчины, где остаётся только железо, которое не образует карбонила в таких условиях.

9. Зная плотность паров углеводорода A по воздуху (т. е. во сколько раз он тяжелее воздуха), можно найти молекулярную массу углеводорода A (относительная молекулярная масса воздуха считается равной 29): $4{,}14 \cdot 29 = 120$ (г/моль)

Так как 90% по массе составляет углерод, его масса в соединении составляет $0{,}9 \cdot 120$ г/моль $= 108$ г/моль, масса водорода 12 г/моль, таким образом, в молекуле содержится $108/12 = 9$ атомов углерода и 12 атомов водорода. Брутто формула C_9H_{12}. Значит, это непредельный углеводород, но он не обесцвечивает бромную воду, поэтому можно сделать вывод, что это ароматическое соединение — производное бензола. Заместители в бензольном кольце могут представлять собой три метильные группы, метильную и этильную группу, либо одну пропильную группу (это легко проверить, подсчитав общее количество атомов углерода и водорода в таких соединениях).

При бромировании ароматических соединений в присутствии катализаторов $AlBr_3$ или $FeBr_3$ происходит замещение атома водорода в бензольном кольце.

Чтобы происходило образование только одного монобромпроизводного (вариант а), необходимо, чтобы все атомы водорода в кольце были эквивалентны. Такое возможно в случае мезителена (1,3,5-триметилбензола):

Легко видеть, что при замещении любого из атомов водорода в кольце на один атом брома может образоваться только одно соединение — 1-бром-2,4,6-триметилбензол

Во втором пункте должно быть два неэквивалентных атома водорода в бензольном кольце, этому условию удовлетворяют два соединения: 1-метил-4-этилбензол и 1,2,3-триметилбензол

Для этих молекул можно представить себе два варианта производных с одним атомом брома.

Критерии оценок и награждения

Каждая задача оценивалось в баллах по следующим критериям (в зависимости от полноты решения и класса, в котором учится школьник).

1. (рекомендована 7–8 классам)

8 класс и младше: каждый вопрос по 2 балла, всего 6 баллов.

Задача считалась решённой, если за неё набрано $\geqslant 5$ баллов.

9–11 классы: каждый вопрос по 1 баллу, всего 3 балла.

2. (рекомендована 8–9 классам)

9 класс и младше:

Cl и Cl_2O_7 с расчётом — 6 баллов. (Если хлор угадан — 1 балл, если угадан

хлор, а оксид написан, потому что ученик знает высший оксид хлора — 3 балла, а если сначала всё угадано, но потом подтверждено расчётом — 6 баллов).
Реакция с водой — 2 балла.
Итого: 8 баллов.

Задача считалась решённой, если за неё набрано $\geqslant 5$ баллов.

10–11 класс:
Вещества с расчётом — 2 балла (если подтверждено расчётом — тоже).
Реакция с водой — 2 балла. Просто угаданные (не подтверждённые расчётом) вещества — не оценивается.
Реакция с водой — 2 балла.
Итого: 4 балла.

3. (рекомендована 8–10 классам)

10 класс и младше:
соотношение количеств водорода — 3 балла;
уравнения реакций — 2 балла (если написаны реакция с водой тоже, если нет — то 1 балл);
«Так может быть, если в одном из случаев было точно эквивалентное количество кислоты, в другом — избыток, а в третьем — недостаток. Очевидно, недостаток — у лития, а избыток — у калия.» или эквивалентное объяснение — 4 балла.
Итого: 9 баллов.

Задача считалась решённой, если за неё набрано $\geqslant 6$ баллов.

11 класс: соответственно $1 + 1 + 2$ балла.
Итого: 4 балла.

4. (рекомендована 9–10 классам)

За каждое вещество, которое требовалось определить — по 1 баллу (всего 3 балла).

Реакции:
переход хромат-бихромат — 2 балла;
газ (SO_2 или H_2S) — 1 балл;
если вместо сульфита (сульфида) предлагается карбонат (т. е. газ CO_2), то эта реакция всё равно оценивается (а вещество уже нет);
красный осадок — 1 балл;
белый творожистый осадок — 1 балл;
белый осадок, растворимый в азотной кислоте (сульфит или сульфид) — 2 балла (если карбонат — 1 балл);
окислительно-восстановительная реакция — 4 балла, если она полностью написана (если она написана с ошибками, то ставится соответствующая часть от этих четырёх баллов).

Максимальное количество баллов 14.

Задача считалась решённой, если за неё набрано $\geqslant 10$ баллов.

5. (рекомендована 9–10 классам)

Кислотные свойства всех оксидов с реакциями (или с одной реакцией для примера) — 3 балла.

Несолеобразующие свойства FeO_4 — 4 балла.

Окислительные свойства (с примером или хотя бы с объяснением, что это высшая степень окисления) — 3 балла.

Максимальное количество баллов 10.

Задача считалась решённой, если за неё набрано $\geqslant$ 8 баллов.

6. (рекомендована 9–11 классам)

Принцип действия углекислотного огнетушителя — 3 балла.

Принцип действия порошкового огнетушителя — 3 балла.

Принцип действия пиротехнического огнетушителя — За принцип действия пиротехнического огнетушителя (обрыв цепных реакций на частицах дыма или хотя бы образование большого количества дыма) — до 6 баллов.

Выбор правильного средства: оцениваются любые разумные идеи. Например, кальций нельзя гасить водой, магний нельзя гасить CO_2, электроприборы нельзя тоже гасить водой (возможно замыкание) горящую с поверхности жидкость нет смысла гасить водой или песком, а также порошком (потонет) и т. д. Каждая разумная идея оценивается в 2 балла.

Максимальное количество баллов 12.

Задача считалась решённой, если за неё набрано $\geqslant$ 9 баллов.

7. (рекомендована 10–11 классам)

Полное решения оценивается в 8 баллов.

Частичные решения — исходя из 8 баллов в зависимости от полноты решения.

Если написана только реакция — 1 балл (если есть решение, но реакция отдельно не написана, то за это оценка не снижается).

Отдельно взятый ответ (без решения) — 2 балла.

Задача считалась решённой, если за неё набрано $\geqslant$ 6 баллов.

8. (рекомендована 10–11 классам)

Полное решение с указанием формулы карбонила $Ni(CO)_4$ оценивается в 12 баллов.

Частичные решения — исходя из 12 баллов в зависимости от полноты решения.

Задача считалась решённой, если за неё набрано $\geqslant$ 9 баллов.

9. (рекомендована 10–11 классам)

Углеводород C_9H_{12}: молярная масса — 2 балла, формула — 2 балла.

Вывод об ароматическом строении углеводорода (по соотношению количеств атомов углерода и водорода углеводород заведомо ненасыщенный, но бромную воду не обесцвечивает) — 1 балл.

Правильно указанная структура в п. а — 2 балла.

Правильно указанные структуры в п. б — по 2 балла (всего 4 балла).

Катализатор ($FeBr_3$ и аналогичные) — 1 балл.

Максимальное количество баллов 12.

Задача считалась решённой, если за неё набрано $\geqslant$ 9 баллов.

При награждении учитывалась сумма баллов по всем заданиям, количество заданий, которые считались решёнными, а также класс, в котором учится школьник. Итоговые оценки «v» (грамота за успешное выступление на конкурсе

по химии) и «е» (балл многоборья) ставились в соответствии со следующими критериями:

класс	сумма баллов для «е»	сумма баллов для «v»
$\leqslant 5$	$\geqslant 1$	$\geqslant 3$ (или $\geqslant 1$ задачи)
$\leqslant 6$	$\geqslant 2$	$\geqslant 4$ (или $\geqslant 1$ задачи)
$\leqslant 7$	$\geqslant 2$	$\geqslant 4$ (или $\geqslant 1$ задачи)
$\leqslant 8$	$\geqslant 4$ (или $\geqslant 1$ задачи)	$\geqslant 7$ (или $\geqslant 2$ задач)
$\leqslant 9$	$\geqslant 5$ (или $\geqslant 1$ задачи)	$\geqslant 9$ (или $\geqslant 2$ задач)
$\leqslant 10$	$\geqslant 7$ (или $\geqslant 1$ задачи)	$\geqslant 11$ (или $\geqslant 2$ задач)
$\leqslant 11$	$\geqslant 10$ (или $\geqslant 2$ задач)	$\geqslant 18$ (или $\geqslant 3$ задач)

КОНКУРС ПО БИОЛОГИИ

Задания

Задания адресованы школьникам всех классов, все выполнять не обязательно — можно выбрать те из них, которые вам по вкусу и по силам.

1. Вода — вещество, которое необходимо для жизни любого организма. Сухопутные организмы постоянно теряют некоторое количество жидкости, поэтому им необходимо её возобновлять. Опишите, как разные организмы могут получать, распределять внутри тела и сохранять воду.

2. Считается, что есть признаки, свойственные растениям, и признаки, свойственные животным. Однако известны организмы, сочетающие в себе те и другие признаки (например, эвглена зелёная). Назовите как можно больше других организмов, которые обладают свойствами животных и растений одновременно. Какие именно признаки животных и растений им присущи?

3. Живым организмам свойственно в той или иной степени восстанавливать повреждённые части тела. Это свойство называется регенерацией. У ящерицы, например, отрастает оторванный хвост. Приведите примеры регенерации у других животных. Как вы думаете, в какой мере регенерация свойственна человеку? Какие свойства тканей могут способствовать регенерации?

4. Многие мелкие рыбы держатся крупными стаями. Недостатки такого образа жизни очевидны: стая гораздо заметнее и привлекательнее для крупного хищника, да и с кормом в стае, казалось бы, должно быть хуже. А преимущества?

5. Известно, что многие животные постоянно обитают в пределах одного и того же участка. Как вы считаете, какие преимущества и недостатки получает животное от обитания в пределах постоянного участка, и почему одни животные охраняют свой участок от других особей своего вида, а другие — нет? Приведите примеры.

6. В качестве одного из способов борьбы с распространением птичьего гриппа нередко предлагают полное уничтожение в очагах болезни тех птиц, которые могут быть его переносчиками. К каким негативным последствиям для человека

и природы могут привести такие способы борьбы с заболеванием? По возможности приведите примеры.

7. Акула всем известна как неутомимый морской охотник, постоянно находящийся в движении и выслеживающий добычу. Такая «неутомимость» связана, прежде всего, с отсутствием у акулы активного жаберного дыхания — только при движении насыщенная кислородом вода проходит через жабры в достаточном для жизнедеятельности количестве. Однако не так давно были обнаружены «спящие акулы», на несколько часов неподвижно застывающие на некоторых придонных участках. Придумайте как можно больше приспособлений, которые могут быть необходимы акуле для такого «сна». Какие при этом необходимы условия среды?

Ответы на вопросы конкурса по биологии

1. *Вода — вещество, которое необходимо для жизни любого организма. Сухопутные организмы постоянно теряют некоторое количество жидкости, поэтому им необходимо её возобновлять. Опишите, как разные организмы могут получать, распределять внутри тела и сохранять воду.*

У различных организмов поглощение, распределение и сохранение воды происходит по-разному, поэтому рассмотрим несколько примеров.

Животные. У животных в основном встречается два способа поглощения воды: поглощение поверхностью тела (вода поступает через покровы) и питьё (вода поступает через пищеварительную систему). Эти два способа могут использоваться одними и теми же животными, напрмер, многие земноводные могут и пить, и поглощать воду через покровы. У сухопутных животных (о которых шла речь в вопросе) поглощение воды поверхностью тела встречается не слишком часто. Это понятно: если вода через покровы может проходить снаружи внутрь тела, то через проницаемые покровы она может и выходить наружу (испаряться). Значит, животное будет быстро высыхать. А это для наземного существа — большой недостаток. Поэтому проницаемые для воды покровы ограничивают возможные места обитания на суше. Чаще всего такими покровами обладают паразиты, организмы, живущие во влажной почве или постоянно связанные с водой (например, лягушки).

Распределение воды в организме происходит обычно через соединительные ткани или жидкости внутри организма. У примитивных плоских червей через паренхиму, которой заполнены промежутки между органами; у животных, имеющих полость тела, — через полостную жидкость, а у большинства высокоорганизованных животных — через кровь.

Что касается сохранения воды, то для этого в первую очередь сухопутные животные уменьшают испарение с поверхности. Очень удачным решением в этом отношении является хитиновый панцирь членистоногих: даже при небольшой толщине он может быть практически водонепроницаем. Также практически не пропускают воду покровы рептилий и птиц. У этих животных ещё и сведено к минимуму количество желёз, выводящих жидкий секрет, и потери воды за счёт этого также ничтожны.

Кроме того, значительные потери воды могут объясняться необходимостью выводить в растворённом виде продукты обмена веществ. Животные, хорошо приспособленные к наземному образу жизни, минимизировали и эту «статью расходов». Так, рептилии и птицы выволят продукты обмена в виде малорастворимой мочевой кислоты, поэтому моча у них густая, кашицеобразная, и воды с ней теряется совсем мало.

Запасание воды в организме свойственно в основном тем наземным животным, которым приходится переживать периоды засухи. Многие животные такие периоды проводят во влажных укрытиях в состоянии спячки и не имеют специальных водозапасающих систем. Но известны случаи, когда, например, жабы запасают большое количество воды в мочевом пузыре. А некоторые животные (среди них наиболее популярным примером, который многие упоминали в работах, является верблюд) в качестве источника воды запасают жир, при окислении которого выделяется вода.

Растения. Высшие наземные растения в основном поглощают воду из почвы при помощи специально предназначенных для этого корней. Однако некоторые сухопутные растения способны всасывать воду и поверхностью тела. Многим известно, что такой способностью обладают мхи, которые вообще не имеют нормально развитых корней.

Для проведения воды у наземных растений существует специальная водопроводящая ткань ксилема (или древесина). Она позволяет поднимать воду из почвы на значительную высоту — например, снабжать водой листья таких высоких деревьев, как секвойи. На относительно небольшие расстояния вода может распространяться по плазмодесмам, соединяющим клетки растительных тканей, а также по системе целлюлозных клеточных стенок, которые пропитываются водой, как промокашка.

Для сохранения воды в теле и уменьшения испарения наземные растения имеют покровные ткани: Эпидермис — живая ткань, которая покрывает молодые органы растения и не пропускает воду за счёт того, что клетки эпидермиса покрыты тонким слоем воскоподобной кутикулы. И пробка — ткань, состоящая из мёртвых клеток, стенки которых пропитаны водонепроницаемым веществом суберином. Ею покрыты в основном старые стволы деревьев. Но растение не может позволить себе полностью изолироваться от окружающей среды. Ведь для фотосинтеза и дыхания необходим газообмен, а при этом неизбежно будет происходить испарение. Поэтому растения имеют отверстия в покровных тканях (в эпидермисе — устьица, в пробке — чечевички), через которые происходит контролируемое испарение. Особенно много устьиц на листьях, которые к тому же для улучшения фотосинтеза имеют большую площадь поверхности. Поэтому растения, которые переживают отдельные периоды недостатка воды, обычно сбрасывают на это время листья. А те, что постоянно растут в засушливых местах, стараются разными способами уменьшить испарение. Например, превращают листья в иголки, помещают устьица в желобки или ямки, прикрывают их волосками и т. п.

Многим растениям засушливых мест свойственно также запасание воды в собственном теле. Классическим примером такого растения, про который вспоминали почти все отвечающие, являются кактусы.

Что касается водорослей, то они редко встречаются в качестве сухопутных организмов, и приспособления сухопутных водорослей специально рассматривались в ответе на вопрос № 6 конкурса по биологии Турнира Ломоносова 2005 года.

Грибы. Сухопутные грибы обычно существуют в достаточно влажных условиях. Их основное тело — состоящая из нитей (гифов) грибница, — развивается в почве, в мёртвых телах растений и животных (например, в упавших стволах деревьев). Также среди грибов много паразитов. Во всех случаях вода поступает в грибницу через поверхность тела. Тем же способом грибы поглощают и питательные вещества, поэтому для них невозможно наличие водонепроницаемых покровов, это противоречит их жизненной стратегии. Специальные приспособления для распределения воды в тонком нитевидном теле также не нужны. Поэтому приспособления для защиты от высыхания встречаются у грибов крайне редко, только у плодовых тел, да и то не у всех, а только у тех, которым приходится долго существовать на воздухе, например, у некоторых трутовиков.

Микроорганизмы. Под этим названием мы сейчас будем понимать простейших и бактерий. Для них общим является то, что они практически неспособны существовать вне жидкой среды. Поэтому и на суше они живут там, где есть хоть немного воды, часто являясь паразитами. Весь обмен веществ с окружающей средой, в том числе и водный, происходит у них через поверхность тела. В условиях недостатка воды они нормально функционировать не могут, и основной стратегией спасения от высыхания у них является переход в покоющееся состояние (спору, цисту и т. п.), когда клетка перестаёт выполнять основные жизненные функции, окружается плотной водонепроницаемой оболочкой и в таком виде сохраняется до тех пор, пока условия не станут подходящими. Если в ответах школьников такая возможность рассматривалась, то она оценивалась положительным баллом.

2. *Считается, что есть признаки, свойственные растениям, и признаки, свойственные животным. Однако известны организмы, сочетающие в себе те и другие признаки (например, эвглена зелёная). Назовите как можно больше других организмов, которые обладают свойствами животных и растений одновременно. Какие именно признаки животных и растений им присущи?*

Традиционно (и подобного мнения придерживается большинство школьных учебников) к **признакам растений** относят:

1. способность к фотосинтезу (то есть способность получать органичекие вещества из неорганических, используя при этом энергию света);
2. наличие в клетках пластид, необходимых в первую очередь для осуществления фотосинтеза;
3. относительная неподвижность;
4. неограниченный рост;
5. запасное вещество — крахмал;
6. оболочка клетки включает клеточную стенку, которая состоит из плотных веществ, обычно из целлюлозы или веществ, подобных ей.

Признаками животных считают:
1. гетеротрофное питание (то есть получение органических веществ за счёт поглощения других организмов или их останков);
2. отсутствие пластид;
3. преимущественная подвижность;
4. ограниченный рост;
5. запасное вещество — гликоген;
6. оболочка клетки не имеет целлюлозы, мягкая, не ограничивает подвижности клетки.

Хотя в ряде случаев из этого набора признаков имеются исключения (например, разнообразие запасных веществ не ограничивается исключительно крахмалом и гликогеном), школьники в основном упоминали в своих ответах именно эти признаки и, исходя из них, приводили примеры организмов, сочетающих в себе растительные и животные черты.

Так **Эвглена зелёная** (о которой шла речь в вопросе) питается на свету афтотрофно. Она имеет хлоропласты и положительный фототаксис (движется к свету), но при отсутствии света эвглена утрачивает хлорофилл и переходит к гетеротрофному питанию, поглощает органические вещества. Такое поведение присуще многим эвгленовым и другим простейшим, например **хризоамёбам**. Стоит отметить, что на уровне простейших вообще грань между растениями и животными весьма размыта. Многих одноклеточных невозможно однозначно отнести ни к растениям, ни к животным, что часто заставляет систематиков выделять простейших в отдельное царство. Можно ещё привести в пример **ночесветку** — эта водоросль относится к отряду динофлагеллят, но в отличие от других представителей этого отряда (типичных водорослей) питается гетеротрофно.

Если школьники говорили в своих работах о простейших и приводили соответствующие примеры, это засчитывалось как правильный ответ.

Довольно часто в качестве другого примера приводили **«хищные» растения (росянку, венерину мухоловку и другие)**. Эти растения обитают на почвах, бедных питательными веществами (как правило, азотом), продуктов, получаемых путём фотосинтеза, недостаточно для жизнедеятельности такого растения, поэтому они и «научились» ловить и переваривать насекомых. Некоторые тропические виды «хищных» растений ловят и переваривают мелких ящериц и лягушек.

Также в ряде работ говорилось о растениях, лишённых хлорофилла, и поэтому неспособных к фотосинтезу и питающихся гетеротрофно. Как правило это **растения-паразиты**, такие как **петров крест**, **подъельник**, **заразиха** и другие. Менее известно существование **полупаразитов**, которые совмещают фотосинтез с гетеротрофным питанием.

Особое место занимают **грибы**, которые также можно считать организмами, сочетающими в себе признаки растений и животных. Хотя грибы относятся к отдельному царству, многие школьники говорили о них в своих работах, и такие ответы получали положительный балл. К растительным свойствам грибов можно отнести неограниченный рост, размножение при помощи спор, которое присуще и многим растениям. К животным — наличие в клеточной оболочке хи-

тина, который, как многим хорошо известно, имеется также у членистоногих. В качестве запасного питательного вещества в клетках откладывается гликоген, а питание осуществляется путём поглощения органических веществ (гетеротрофно).

И, наконец, ещё один случай, когда можно говорить о совмещении растительных и животных черт — симбиоз животного (гетеротрофа) с растением (автотрофом). Примером таких взаимоотношений могут служить **лучевики** — в цитоплазме этих простейших часто содержатся одноклеточные симбиотические водоросли — зелёные (зоохлореллы), или желтоватые (зооксантеллы). Они снабжают лучевика кислородом, и служат ему пищей. **Кораллы**, в их тканях также живут симбиотические водоросли, их роль до конца ещё не ясна, но предположительно они необходимы для нормального формировании известкового скелета. В спикулах некоторых **известковых губок** также содержатся симбиотические водоросли. В этом случае, конечно, не совсем корректно говорить о признаках растений и животных у одного организма. Однако животные, имеющие в своём теле симбионтов-растений, часто приобретают «растительные» черты в облике. Так, многие кораллы напоминают ветви деревьев или слоевища водорослей. Возможно, такое внешнее сходство не случайно, а связано с необходимостью обеспечить своим симбионтам оптимальные условия существования.

3. *Живым организмам свойственно в той или иной степени восстанавливать повреждённые части тела. Это свойство называется регенерацией. У ящерицы, например, отрастает оторванный хвост. Приведите примеры регенерации у других животных. Как вы думаете, в какой мере регенерация свойственна человеку? Какие свойства тканей могут способствовать регенерации?*

Регенерация — восстановление организмом утраченных или повреждённых органов и тканей, а также восстановление целого организма из его части — важное свойство живых организмов — оно делает их более устойчивыми к внешним воздействиям, повышает их выживаемость и увеличивает шансы на оставление потомства.

Основное условие для регенерации — способность клеток, образующих ткани и органы, к делению и росту. В общем случае, способность к регенерации тем выше — чем проще устроены ткань, орган и сам организм, и чем ниже степень дифференцировки составляющих их клеток. Для высоко организованных тканей и органов, со сложной специфической функцией, регенерация часто будет не полной — восстанавливается не весь объём повреждённых тканей, не будет полностью восстанавливаться тонкая структура и функция. В случае частичного восстановления функции может происходить её компенсация — утраченную функцию будут брать на себя другие, неповреждённые части.

Во многих органах существуют специальные ткани, служащие для их роста и регенерации — они содержат клетки, принадлежащие к тому же типу, что и вся ткань, но находящиеся на более низких стадиях дифференцировки — за счёт этого они обладают более высокой способностью к делению и могут развиваться в разные виды клеток этой ткани, таким образом, более полно восстанавливая структуру и функцию ткани. Так, например, рост и регенерация

кожи происходит за счёт росткового слоя, однако, если обширное повреждение затрагивает и его, то регенерация будет сильно затруднена.

Для многих клеток характерно ограниченное количество делений — после определённого количества делений на стадии эмбрионального развития организма, клетки взрослого организма утрачивают эту способность. У человека это относится, например, к нейронам (клеткам нервной ткани), кардиомиоцитам (клеткам сердечной мышцы). В случае нервной ткани неспособность нейронов к делению у взрослых организмов обоснована — ведь обновление нейронов будет нарушать уже сформированные нервные связи и процессы памяти. А вот поверхностный покров — кожа с её производными (волосы, чешуя, перья) — необходим и приспособлен, в первую очередь, для защиты от агрессивного воздействия окружающей среды, при этом часты повреждения, поэтому для него свойственная высокая степень регенерации и роста клеток росткового слоя. В случае невозможности восстановления поражённого органа специфической тканью, восстановление будет идти за счёт соединительной ткани — в этом случае фактически образуется рубец, восполняющий дефект ткани, но не восстанавливающий функцию. В последнее время появились данные об обнаружении в нервной ткани ранних предшественников нейронов, а в сердечной мышце ранних предшественников кардиомиоцитов — которые, вероятно, при определённых условиях, могут начинать делиться и восстанавливать нормальную структуру тканей.

Высокая степень регенерации характерна для кишечнополостных и червей, вплоть до восстановления целого организма из его части. Иглокожие и членистоногие способны восстанавливать утраченные конечности. Земноводные и рептилии также способны частично восстанавливать утраченные конечности и хвост. У птиц и млекопитающих возможно восстановление поверхностных покровов, срастание переломов костей, регенерация некоторых внутренних органов, например, печени.

4. *Многие мелкие рыбы держатся крупными стаями. Недостатки такого образа жизни очевидны: стая гораздо заметнее и привлекательнее для крупного хищника, да и с кормом в стае, казалось бы, должно быть хуже. А преимущества?*

Для того, чтобы ответить на этот вопрос, важно представить, какие выгоды может получить каждое животное в отдельности от жизни в группе особей, ведь если бы собирание в группу было бы невыгодным, то подобная стратегия не обладала бы никакими эволюционными преимуществами, а, следовательно, рыбы, стремящиеся собираться в стаи, скорее всего, выживали бы хуже чем их одиночные родичи.

Для начала давайте попробуем определиться, что же такое настоящая стая, и какие особи входят в её состав. Является ли стаей например рыбки, собравшиеся на прикормку? Ответ — нет. Стаю можно определить как временную группу обычно особей одного вида, которые находятся в одной фазе жизненного цикла, активно поддерживают взаимный контакт и проявляют организованность действий, биологически полезную, как правило, для всех особей данной группы. Внешний облик стаи может изменяться в зависимости от состояния рыб и условий, в которых они находятся.

Большая часть писавших ответ на этот вопрос правильно догадалась, что жизнь в стае защищает от хищника, помогает во время миграций, может способствовать лучшему питанию и размножению. Остановимся на этих и некоторых других преимуществах более подробно.

Защитное значение. Существует несколько различных аспектов защиты от врага. Во-первых, как правильно многие писали, в стае врага замечают быстрее, так как глаз много, поэтому хищнику сложно приблизиться к группе животных на расстояние броска: часть животных может спокойно заниматься своими делами или даже дремать, а часть особей случайно или специально играют роль «часовых». Уплывают рыбки от врага всегда плотными стаями. Как ни странно, подобное поведение спасает их от хищников. Во время погони хищник «дезориентируется» большим количеством мелькающих рыбёшек, он делает много неудачных бросков, в то время как при погоне за отдельной рыбкой хищник её постепенно догоняет и в результате делает один удачный бросок. Следует отметить, что погоню хищнику усложняют всевозможные манёвры стаи. При подплывании к стаи хищника, рыбы расплываются перед ним в стороны, образуя постоянную пустоту перед его мордой, после этого они заходят со стороны хвоста хищника, где находятся в безопасности. Подобное поведение неоднократно моделировалось в лабораторных экспериментах с хищником (щука) и стайками мелких рыбок (густера, плотва, елец). Таким образом, хищник затрачивает гораздо больше энергии, чем получает её. Кроме того, если рыбки собраны в стаи, то вероятность их встречи с хищником гораздо меньше, чем, если бы рыбки были равномерно распределены по водоёму.

Кто-то писал, что крупная стая может напугать хищника. Подобная версия не доказана для рыб, однако заслуживает отдельного внимания, так как известно, например, что стаи птиц в сумерках пугают дневных хищников, таких как ястреб.

Значение стаи при питании. Как ни странно, в стае рыбы находят корм лучше: если кто-то видит пищу, то увлекает за собой всех остальных. Кроме того, в стае зачастую гораздо лучше охотиться, особенно на стайных рыбок! Например, крупные окуни охотятся группами, отгоняя стайки мелких рыбок от укрытий и поедая их. Также стаями могут охотиться ставриды, тунцы и другие хищники. Конечно, совместная охота рыб не так чётко скоординирована, как у дельфинов или других млекопитающих, но всё же гораздо эффективнее, чем одиночная охота на стайку рыб. Кроме того, всем известны такие стайные хищные рыбы, как пираньи. Они способны эффективно охотиться только совместно. При этом совместно они могут одолеть даже крупную жертву.

Интересно, что в скоплениях рыбки больше едят и лучше и быстрее растут. Это было показано в опытах с серебряным карасём.

Значение стаи при миграциях и размножении. Многие рыбы вынуждены мигрировать на длинные расстояния в пределах мирового океана. Зачастую это связано с миграциями к местам размножения (обычно это реки, в которых они родились — так поступают проходные рыбы) и к местам нагула. Существуют расчёты, согласно которым стая рыб, плывущая определённым строем, затрачивает меньшую энергию, что позволяет экономить энергию при долгих перемещениях. Миграции в стае уменьшают вероятность того, что рыбки собьются

с истинного пути и заблудятся в просторах мирового океана. Считается, что у рыб есть несколько способов ориентации в пространстве: одним из основных органов чувств, способствующих их ориентированию, является обоняние: во время нерестовых миграций рыбы плывут по градиенту концентрации запаха родной реки, который они запоминают в детстве. После наступления половой зрелости рыбы собираются в огромные косяки, мигрирующие к местам нереста, где происходит размножение.

Массовое скопление во время размножения обеспечивает большую вероятность оплодотворения половых продуктов. Многие писали, что в стае проще найти полового партнёра. Для рыб это не актуально, так как большинство рыб имеет внешнее оплодотворение, т. е. самка мечет икру, а самец её оплодотворяет. В подобных условиях хорошо, если в одном месте собирается много самок и самцов: при этом сильно повышается вероятность того, что половые продукты будут задействованы и дадут начало новому поколению. Неоднократно описаны случаи нереста сельди, которая подходит к берегу. При этом от молок нерестящихся рыб вода в лагунах окрашивается в белый цвет.

5. *Известно, что многие животные постоянно обитают в пределах одного и того же участка. Как вы считаете, какие преимущества и недостатки получает животное от обитания в пределах постоянного участка, и почему одни животные охраняют свой участок от других особей своего вида, а другие — нет? Приведите примеры.*

Существует множество различных животных, постоянно обитающих в пределах одного участка. Среди них могут быть как одиночные, так и живущие в группе. Спектр питания также может быть разнообразным, однако вне зависимости от этого они получают ряд преимуществ.

Во-первых, на участке находятся различные укрытия и убежища. Хорошо защищённые норы и другие сооружения обеспечивают хозяина участка надёжным укрытием от непогоды и врагов в любое время, кроме того, знание участка позволяет скрыться от погони. Почему-то многие писали, что недостатком обитания на одном участке является то, что хищник хорошо знает, где найти хозяина участка и может его съесть, но ведь хищник не может съесть кого-то больше одного раза! Наоборот, найти животное у себя дома гораздо сложнее. На Звенигородской биостанции проводился следующий эксперимент: в небольшой дом запускали семью полёвок и давали им пожить там несколько дней, потом туда же сажали новых полёвок и сову. Сова через несколько часов съедала новеньких зверей, а освоившихся в данном месте полёвок ей поймать не удавалось.

Помимо этого, в пределах индивидуального участка особь хорошо знает, где и когда можно добыть пищу. Хищники хорошо знают тропы травоядных зверей и места водопоев, таким образом, это даёт возможность подстерегать их. Травоядные обычно обитают на более крупных участках, что связано с пониженной калорийностью растительного корма, а как следствие необходимости его обильного потребления. У высших приматов, таких как гориллы, живущие семьями, есть старый серебристоспинный вожак, который хорошо ориентируется на местности и знает, где и когда плодоносит какое дерево или где можно поживиться вкусными молодыми листиками, поэтому семья горилл постоянно перемещает-

ся по своим лесным владениям в поисках вполне определённого корма. Нечто похожее можно наблюдать и у других приматов, таких как шимпанзе.

Если животное постоянно обитает на определённом участке, то у него формируется сложная система троп, центров активности: где-то оно проводит много времени, где-то мало. Обычно есть обособленные места отдыха, кормёжки, ночлега. Особь приспосабливает окружающие условия «под себя», повышая уровень комфорта. В результате жизнедеятельности особи/семьи формируется так называемое биологическое сигнальное поле, которое включает в себя запахи, тропы, норы, всевозможные выделения, а также звуки, визуальные позы и демонстрации. Существует несколько функций подобного сигнального поля:

1. Сообщение другим особям своего вида (и не только) о том, что на этом участке есть житель, кроме того, подобные сигналы зачастую информируют всех пришлых особей о поле, возрасте, статусе, состоянии здоровья и другие характеристики хозяина участка. Это особенно развито у животных с хорошим обонянием: хомяков, варанов и других животных из самых разнообразных групп. В случае, если участок этот охраняется и служит территорией, подобное маркирование предупреждает также об опасности, которая исходит от хозяина територии. В целом они позволяют познакомиться соседям, даже не видя друг друга. Так, если собака постоянно гуляет с хозяином по одним и тем же местам, то она постоянно нюхает метки других собак, ознакамливаясь с новенькими и узнавая старых, параллельно оставляя свои паспортные данные на тех же столбах.

2. Присутствие на одном участке сигналов от самцов и самок позволяет отыскать полового партнёра в период размножения. Особенно это актуально у одиночно-живущих и скрытных хищников, таких как представители семейства кошачьих или куньих. Весной самцы идут по следу готовой к спариванию самки, отыскивают её, и образуют пару. Змеи также выслеживают самок по запаху, который остаётся на земле, после того как там самка проползла. Следует отметить, что предварительное знакомство с партнёром играет немаловажную роль в природе и далеко не все особи готовы образовать пару с незнакомцем, а подобные сигнальные поля позволяют заранее познакомиться.

3. Ещё одним важным свойством биологического сигнального поля является обеспечение психологического комфорта: животное постоянно окружено собственным запахом, следами своей жизнедеятельности, что сильно успокаивает, поэтому если оно встречает на своём участке чужую метку, то тут же перемечивает её сверху, перекрывая сигнал соперника. Так, например, поступает большинство представителей псовых, в частности волки и песцы.

Часто можно видеть по весне синичьи или воробьиные драки, сопровождающиеся громкими криками и разлетающимися перьями. Дело в том, что большая часть птиц тщательно охраняет своё гнездо и прилегающее к нему небольшое пространство, не допуская туда других птах. В случае нарушения границ начинается шумная потасовка. Обычно, правда, до драки не доходит. Самцы птиц поют даже после того, как нашли себе самку и построили гнездо, в которое были отложены яйца. Таким образом, они сообщают всем остальным о своем присутствии и занятости территории.

Животные ведут себя агрессивно по отношению к сородичам в том случае, если в данной местности ощущается нехватка каких-то ресурсов: пищи, убежищ, самок. Далеко не все особи одного вида могут завоевать и поддерживать территорию, так как это требует особых затрат сил. Обычно территорию содержат крупные, сильные и взрослые особи, которые могут отразить посягательства со стороны соискателей. Лев охраняет своих львиц от контактов с другими самцами, однако случается так, что другой лев смещает его с позиций главы прайда, занимает главенствующее место. Обычно один лев лишь несколько лет владеет прайдом, а потом смещается более сильным самцом. При этом вновь прибывший лев съедает родившихся от своего предшественника львят!

Естественно, постоянное обитание на одном участке, а тем более его защита не является универсальным жизненным рецептом. Защита территории требует много энергии: шутка ли постоянно драться, прогонять конкурентов, тратиться на всевозможные сигналы! Именно поэтому некоторые животные ведут подобный образ жизни только весной, когда вопрос размножения стоит особенно остро. Косули, которые зимой собираются в небольшие стада и перемещаются по лесу в поисках корма (хотя тоже не хаотично), весной делят лес на отдельные территории и переходят к оседлому образу жизни. Самцы охраняют участки земли, на которых живут самки.

У таких птиц, как тетерева, весной образуется особая форма территории. Происходит это на токах. Самцы охраняют небольшие пятачки земли на небольшом поле, куда каждый год слетаются птицы со всей округи. Самцы издают звуки — «чуфыркают», распушают перья, дерутся, охраняя небольшие клочки земли от других самцов, а к ним приходят самки и на этих маленьких территориях происходят спаривания. Наибольшей популярностью пользуются самцы, территории которых находятся в середине. Парадокс заключается в том, что по сути они ничего не охраняют. Никаких ресурсов в пределах территории нет. Это такой способ показать себя и дать возможность самкам выбрать наиболее сильного и активного петуха, который, конечно, стоит в центре. Молодые петушки имеют территории по периферии подобного скопления и, конечно, не пользуются популярностью.

Одним из недостатков обитания на одном месте является невозможность обитать там, где корм может закончиться (об этом писали очень многие) или условия в различные сезоны непостоянны. Существует два способа пережить неблагоприятный сезон: залечь в спячку или уйти в лучшие места. Многие копытные совершают долгие многокилометровые миграции. Северные олени весной идут на север в тундру, так как летом там много кормов, обеспечивающих оленей всем необходимым. Зима в тундре, как известно, лютая и снежная, поэтому осенью олени вынуждены откочёвывать на юг, где толщина снежного покрова меньше, и есть возможность добраться до корма. Схожие миграции осуществляют копытные Африки. Однако здесь обилие корма связано с периодом дождей. Многотысячные стада антилоп, зебр, птиц и других животных совершают там регулярные миграции из одного благодатного региона в другой. К слову сказать, они действительно, как и отмечали многие в своих работах, проходят мимо участков хищников, таких как львы, гиены, крокодилы, где подвергаются нападениям с их стороны.

6. *В качестве одного из способов борьбы с распространением птичьего гриппа нередко предлагают полное уничтожение в очагах болезни тех птиц, которые могут быть его переносчиками. К каким негативным последствиям для человека и природы могут привести такие способы борьбы с заболеванием? По возможности приведите примеры.*

Конечно, истребление всех птиц должно привести к уничтожению основных очагов вируса птичьего гриппа, однако по ряду причин это не является наилучшим решением проблемы. Многие писали, что уничтожение птиц может привести к снижению численности популяций, а как следствие — поставит под угрозу существование отдельных видов, что само по себе является негативным результатом подобных акций.

Другие писали, что при уничтожении птиц важно уничтожать трупы: сжигать или закапывать их, чтобы вирус не распространялся и не передавался другим животным и человеку, что также является правильной версией. Однако известно, что существенная часть птиц несёт в себе одну из модификаций вируса птичьего гриппа, многие их которых в нынешнем состоянии являются безопасными для человека. Это говорит о том, что даже массовое уничтожение пернатых не приведёт к ожидаемым результатам.

Во многих работах встречались рассуждения о том, что птицы в современной биосфере играют важную роль и участвуют в пищевых цепочках и круговороте энергии и вещества в целом, что также правильно. Действительно: птицы — это потребители насекомых, таким образом, они являются консументами второго порядка, ограничивая и регулируя численность травоядных насекомых. Следует отметить, что лишь немногие птицы стали хищниками и падальщиками, способными питаться исключительно позвоночными животными (дневные и ночные хищники, грифы старого и нового света). Даже зерноядные и травоядные птицы выкармливают своё потомство насекомыми: подобные пищевые предпочтения достались им от рептильных предков.

В 1958–1960 годах партийное руководство Китая объявляло воробьёв национальными врагами, так как считалось, что они уничтожают урожаи зерновых культур. Через некоторое время практически всё поголовье было истреблено местным населением. Результаты не заставили себя долго ждать: уже через год практически весь урожай был съеден насекомыми, поэтому на следующий год китайцам пришлось в срочном порядке восстанавливать численность пернатых друзей, закупая их за границей. Дело в том, что воробьи, как и другие ткачики, кормят птенцов насекомыми, а на растительные корма переходят только осенью, таким образом, весной и летом они контролируют численность беспозвоночных вредителей, ограничивая беспредельный рост их численности. Их истребление повлекло резкое возрастание численности травоядных насекомых, которые съели весь урожай.

Следует отметить, что птицы важны именно как потребители пищи, что связано с высоким уровнем процессов метаболизма в их организме: все птицы обладают высоким уровнем обмена веществ и им требуется гораздо больше пищи, чем даже млекопитающим: одна небольшая птичка может съесть за день пищи столько же, сколько весит сама. Никаким рептилиям, которые также едят насекомых, такая прожорливость и не снилась! Если понаблюдать за гнездом

какой-нибудь небольшой птицы, вроде воробья или синицы, то сразу бросается в глаза, что родители прилетают в гнездо каждые 10–15 минут, а то и чаще, таким образом, можно представить, что за день они приблизительно 60 раз приносят птенцам корм.

Роль птиц как пищевых объектов гораздо скромнее. Однако существуют виды животных, питающихся в основном птицами. Особенно подобные трофические связи ярко выражены на больших северных островах, где морские птицы, такие как кайры, канюги и другие гнездятся многочисленными колониями: птичьими базарами, предоставляя песцам обильные пищевые ресурсы и обеспечивая выживание щенят. Естественно, истребление гнездящихся на таких островах птиц повлечёт гибель хищников, питающимися их яйцами и птенцами, однако подобный сценарий весьма маловероятен.

Одной из причин невозможности избавления от заболевания путём истребления птиц является тот факт, что это мигрирующие животные. Птицы обычно гнездятся в высоких широтах северного и южного полушария: здесь они находятся в более или менее изолированных локальных поселениях, однако с наступлением холодов тысячи птиц летят в сторону экватора в тёплые страны, где образуют многочисленные скопления, переживая неблагоприятное время года в местах гнездования. Именно здесь складываются наиболее выгодные условия для передачи вируса от одного носителя к другому.

Вообще говоря, наибольшую опасность для человека представляет заражение домашней птицы и её гибель, так как это может принести существенный вред птицеводству. Основная проблема заключается в том, что до сих пор не научились отличать больных животных от здоровых, поэтому при первом же подозрении истребляют всех птиц, да и по поводу болезнетворности вируса по отношению к человеку также ничего не известно. Случаи заражения человека единичны и, вообще говоря, не доказаны. Это заставляет задуматься и усомниться в реальности проблемы, которая так громко звучала в средствах массовой информации некоторое время назад.

7. *Акула всем известна как неутомимый морской охотник, постоянно находящийся в движении и выслеживающий добычу. Такая «неутомимость» связана, прежде всего, с отсутствием у акулы активного жаберного дыхания — только при движении насыщенная кислородом вода проходит через жабры в достаточном для жизнедеятельности количестве. Однако не так давно были обнаружены «спящие акулы», на несколько часов неподвижно застывающие на некоторых придонных участках. Придумайте как можно больше приспособлений, которые могут быть необходимы акуле для такого «сна». Какие при этом необходимы условия среды?*

На самом деле, основная часть ответа уже была заложена в вопросе.

У акулы, как и у большинства других организмов, кислородное дыхание, поэтому ей нужно обеспечивать потребности своего организма необходимым количеством кислорода. Принципиально, акуле, в связи с недостаточно развитым активным жаберным дыханием, приходится либо обеспечить постоянное поступление кислорода, либо соответственно снизить потребности своего организма.

В первом случае обеспечение достаточным для жизнедеятельности количеством кислорода происходит за счёт постоянного потока насыщенной кислородом воды через жабры при постоянном движении.

А обеспечение жизнедеятельности в случае эпизодов «сна», когда акула на несколько часов неподвижно застывает на некоторых придонных участках, может достигаться при помощи нескольких механизмов.

Прежде всего, необходимо чтобы вода по-прежнему, как и при движении, омывала её жабры, поэтому место для сна должно быть с активным течением. При этом вода должна быть достаточно обогащена кислородом. Снижение потребностей организма в кислороде происходит за счёт снижения скорости обменных процессов во время сна. Этому также может способствовать низкая температура воды. Кроме того, холодная вода обладает свойством лучше растворять в себе газы, в том числе кислород. Ещё уменьшение потребности в кислороде возможно за счёт усиления процессов бескислородого клеточного дыхания. Правда, это более затратный способ дыхания — для получения того же количества энергии потребуется больше органических веществ, в связи с этим для сна акуле необходим запас питательных веществ, проще говоря, ей необходимо быть сытой.

Критерии проверки и награждения.

Ответ на каждое задание оценивался в баллах. За правильный ответ (на задание целиком или существенную смысловую часть) обычно ставился 1 балл, за частично правильный — оценка в интервале от 0 до 1, в некоторых случаях ставились оценки больше 1 балла.

Все полученные участником на конкурсе по биологии баллы суммировались.

Грамоты «за успешное выступление на конкурсе по биологии» (оценка «v») и баллы многоборья (оценка «e») присуждались в зависимости от суммы баллов и класса, в котором учится участник турнира, в соответствии с таблицей.

Класс	балл многоборья («e»)	грамота («v»)
$\leqslant 4$	—	$\geqslant 0{,}5$
$\leqslant 5$	$\geqslant 1{,}5$	$\geqslant 2{,}5$
$\leqslant 6$	$\geqslant 2{,}5$	$\geqslant 3{,}5$
$\leqslant 7$	$\geqslant 4$	$\geqslant 6$
$\leqslant 8$	$\geqslant 5$	$\geqslant 7$
$\leqslant 9$	$\geqslant 6$	$\geqslant 8{,}5$
$\leqslant 10$	$\geqslant 8$	$\geqslant 11$
$\leqslant 11$	$\geqslant 8$	$\geqslant 11$

КОНКУРС ПО ЛИНГВИСТИКЕ

Задачи

Все задания адресованы всем классам, при подведении итогов учитывается класс и достигнутые результаты по всем заданиям.

1. Ниже приводится 11 слов на четырёх диалектах языка роро[1] в латинской транскрипции. Некоторые слова пропущены.

Диалекты:				Значение:
хисиу	делена	кивори	паитана	
....	aitau	....	....	*три*
aihi	aisi	aihi	aici	*лангуст*
cici	sisi	čiči	cici	*мясо*
ebeoahi	ebeoasi	ebeoahi	ebeoaci	*он выбежал*
hiabu	siabu	hiabu	ciabu	*дым*
nihe	nite	nihe	nite	*зуб*
icu	....	....	icu	*нос*
maciu	....	....	....	*дерево*
moihana	moitana	moihana	....	*посмотри на него*
mahi	....	....	maci	*зверь*
cubu	subu	čubu	cubu	*трава*

Задание. Заполните пропуски. Поясните Ваше решение.

Примечание. *č* — особый звук языка роро.

2. Даны баскские[2] числительные и их числовые обозначения в перепутанном порядке:
berrogeita bi, laurogeita hiru, berrogeita hamasei, hirurogeita hamar, hogeita bost, laurogei, hirurogeita hamazortzi, berrogeita lau, hogeita hamazazpi;
80, 56, 44, 78, 37, 42, 25, 83, 70.

Задание 1. Установите правильные соответствия.

Задание 2. Запишите по-баскски: 14, 53, 30.

Задание 3. Переведите с баскского:
laurogeita hamabost, hirurogeita lau, hogeita zortzi.

Примечание. Буква *s* обозначает звук, примерно соответствующий русскому *ш*, *z* — русскому *с*, *tz* — русскому *ц*; буква *h* не читается.

3. Раскройте скобки, выбрав слитное, дефисное или раздельное написание:

(пол)бокала, (пол)кухни, (пол)лица, (пол)овина,
(пол)очка, (пол)слона, (пол)урока.

Сколькими способами это можно сделать, чтобы из каждого выражения получилось правильное слово или словосочетание? Поясните каждый случай написания примерами.

[1]Язык ро́ро относится к океанийской ветви австронезийской семьи языков. На нём говорит около 10 тысяч человек в Центральной провинции Папуа Новой Гвинеи.

[2]На ба́скском языке говорят 500–600 тысяч человек во Франции и Испании и около 170 тысяч человек в Латинской Америке. Родственные связи баскского языка не установлены.

4. Даны глагольные формы на древнеэфиопском языке геэз[1], записанные латинскими буквами, а также их переводы на русский язык:

геэз	перевод
tawalada	*он родился*
tawaladu	*они родились*
tawaladna	*мы родились*
tawaladkəmu	*вы родились*
qatalkəwo	*я убил его*
qatalkomu	*ты убил их (мужчин)*
qatalomu	*он убил их (мужчин)*
qatalon	*он убил их (женщин)*
qatalnon	*мы убили их (женщин)*
qatalkəməwon	*вы убили их (женщин)*
qataləwo	*они убили его*
qataləwomu	*они убили их (мужчин)*

Задание 1. Переведите на русский язык: *tawaladku, qatalkəwon, qatalo*.

Задание 2. Переведите на язык геэз: *ты родился, вы убили его, мы убили их (мужчин), они убили их (женщин)*.

Примечание. *q*, *w* — особые согласные звуки, *ə* — особый гласный звук языка геэз.

Решения задач конкурса по лингвистике

1. (автор В. И. Беликов) Данная задача иллюстрирует одно из важнейших явлений, изучаемых лингвистами, — наличие между родственными языками регулярных фонетических соответствий.

хисиу	делена	кивори	паитана
h	s	h	c
c	s	č	c
h	t	h	t

Наблюдающиеся между диалектами языка роро регулярные фонетические соответствия представлены в таблице (кроме тривиальных, например, *a – a – a – a*, *b – b – b – b* и т. п.; других звуковых соответствий между диалектами в материале задачи нет). В рамках указанных соответствий все звуки пропущенных слов определяются однозначно.

Решатель должен понять, во-первых, что между диалектами имеются эти соответствия, и, во-вторых, что во многих случаях для того, чтобы заполнить пропуски, недостаточно привлекать данные лишь одного диалекта (так, звуку *h* диалекта хисиу в диалекте делена может соответствовать как *s*, так и *t*).

Ответ (восстановленные слова выделены курсивом):

[1]Геэ́з — мёртвый язык, принадлежащий эфиосемитской группе семитских языков и функционировавший как разговорный в первом тысячелетии нашей эры. До XIX в. геэз использовался как официальный литературный язык Эфиопии, и по сей день является языком эфиопской церкви.

Диалекты:				Значение:
хисиу	делена	кивори	паитана	
aihau	aitau	*aihau*	*aitau*	*три*
aihi	aisi	aihi	aici	*лангуст*
cici	sisi	čiči	cici	*мясо*
ebeoahi	ebeoasi	ebeoahi	ebeoaci	*он выбежал*
hiabu	siabu	hiabu	ciabu	*дым*
nihe	nite	nihe	nite	*зуб*
icu	*isu*	*iču*	icu	*нос*
maciu	*masiu*	*mačiu*	*maciu*	*дерево*
moihana	moitana	moihana	*moitana*	*посмотри на него*
mahi	*masi*	*mahi*	maci	*зверь*
cubu	subu	čubu	cubu	*трава*

2. (автор Н. А. Зевахина) В баскском языке числительные от 1 до 10 и числительное 20 являются простыми: bi — 2, hiru — 3, lau — 4, bost — 5, sei — 6, zazpi — 7, zortzi — 8, hamar — 10, hogei — 20.

Числительные от 11 до 19 образуются от числительного 10 (*hamar*) путём присоединения числительных от 1 до 9: ***hama****sei* — 16, ***hama****zazpi* — 17, ***hama****zortzi* — 18. В этих формах используется вариант *hama-* с отпадением конечного *r*.

Двузначные кратные 20 числительные, а именно 40, 60 и 80, образуются от 20 (*hogei*): *ber****rogei*** — 40 («2 раза по 20») *hiru****rogei*** — 60 («3 раза по 20»), *lau****rogei*** — 80 («4 раза по 20»). В этих формах используется вариант *-rogei* с вставным *r*. Отметим, что 2 по-баскски будет *bi* (12, соответственно, *hama****bi***), в то время как 2 в числительном 40 («2 раза по 20») выступает в варианте *ber-*.

В образовании числительных, не кратных 20, участвуют числительные от 1 до 19: hogeita bost — 25, hirurogeita hamar — 70 («3 раза по 20 и 10»), berrogeita hamasei — 56 («2 раза по 20 и 16»). *-ta* — редуцированная форма союза *eta* «и», присоединяющаяся к «двадцаткам».

Двадцатеричные системы счёта, подобные баскской, не являются редкостью для языков мира, будучи вторыми по распространённости по сравнению с десятеричными.

Ответы. **Задание 1:**

berrogeita bi	42
laurogeita hiru	83
berrogeita hamasei	56
hirurogeita hamar	70
hogeita bost	25
laurogei	80
hirurogeita hamazortzi	78
berrogeita lau	44
hogeita hamazazpi	37

Задание 2:

14	hamalau
53	berrogeita hamahiru
30	hogeita hamar

Задание 3:

laurogeita hamabost	95
hirurogeita lau	64
hogeita zortzi	28

3. (автор Е. В. Муравенко) Задача внешне напоминает обычное школьное упражнение на выбор слитного, дефисного или раздельного написания, но сложность её не только в том, что от решающего действительно требуется знание соответствующих орфографических правил, но и в том, что многие выражения можно понять и написать не единственным способом, а это далеко не всем и не сразу видно. Рассмотрим все случаи написания и поясним их примерами.

полбокала (*выпить полбокала сока*);
полкухни (*полкухни занимают соседи по квартире*),
пол кухни (*пол кухни нужно покрыть линолеумом*);
пол-лица (*пол-лица у неё закрыто полями шляпы*),
пол лица (*в анкете должен быть указан пол лица, от которого получено приглашение*);
половина (*половина задания уже сделана*),
пол-овина (*пол-овина уже заполнено снопами*),
пол овина (*он внимательно осмотрел стены и пол овина*);
полочка (*над раковиной висела полочка*),
пол-очка (*ему не хватило пол-очка до победы*);
полслона (*это животное размером в полслона*),
пол слона (*в зоопарке интересовались, каков пол слона*);
пол-урока (*пол-урока учитель объяснял новую тему*).

В предложениях типа *Он собирал осколки упавшего на* ***пол бокала*** стоящие рядом слова *пол* и *бокала* не являются словосочетанием, как это требуется в условии задачи.

4. (автор П. М. Аркадьев) Представленные в задаче глагольные формы языка геэз состоят из корня и суффиксов, обозначающих лицо, число и род подлежащего и прямого дополнения. У непереходного глагола *tawalad-* ‘родиться’ есть лишь один суффикс, относящийся к подлежащему, а у переходного глагола *qatal-* ‘убить’ есть два суффикса: относящийся к подлежащему и следующий за ним, относящийся к дополнению.

Суффиксы подлежащего имеют следующий вид:

1 л. ед. ч. м. р.	*-ku*	1 л. мн. ч.	*-na*
2 л. ед. ч. м. р.	*-ka*	2 л. мн. ч.	*-kəmi*
3 л. ед. ч. м. р.	*-a*	3 л. мн. ч.	*-u*

Суффиксы прямого дополнения имеют следующий вид:

3 л. ед. ч. м. р.	*-o*
3 л. мн. ч. м. р.	*-omu*
3 л. мн. ч. ж. р.	*-on*

При присоединении суффиксов дополнения к суффиксам подлежащего происходят фонетические преобразования:

a + o → *o*
u + o → *əwo*

Ответы.

Задание 1: *tawaladku* — я родился, *qatalkəwon* — я убил их (женщин), *qatalo* — он убил его.

Задание 2: ты родился — *tawaladka*, вы убили его — *qatalkəməwo*, мы убили их (мужчин) — *qatalnomu*, они убили их (женщин) — *qataləwon*.

Решения задач подготовили П. М. Аркадьев (№ 1, 2, 4) и Е. В. Муравенко (№ 3).

Критерии проверки и награждения

Решения задач оценивались в баллах следующим образом.

1. За каждое правильно написанное слово, кроме переводов слова «зверь» — 1 балл; за каждый правильный перевод слова «зверь» — по 2 балла. За объяснение (табличку соответствий или их верное описание) — 5 баллов.

Максимальное число баллов — 18.

2. За каждое правильно установленное соответствие в задании 1 — по 1 баллу; за каждый правильный ответ в заданиях 2 и 3 — по 2 балла; за объяснение — до 9 баллов (сюда входит: словарик простых числительных, структура числительных от 11 до 19, описание «двадцаток», чередования).

Максимальное число баллов — 30.

3. За каждое правильно написанное слово или словосочетание — по 1 баллу; за каждый правильный пример — по 1 баллу. За дополнительные объяснения — до 4 баллов.

Максимальное число баллов — 30.

4. За каждый правильный перевод — по 2 балла; за объяснение про две группы суффиксов — 5 баллов, за правильное (необязательно совпадающее с приведённым в официальном решении, но верно отражающее условие и приводящее к правильному ответу) описание преобразований при соединении суффиксов — 5 баллов.

Максимальное число баллов — 24.

Строго определить, что такое правильно выполненное лингвистическое задание, трудно. Условно задания № 1, 2, 3, 4 считались выполненными («засчитывались»), если за них получено не менее 13, 21, 21, 19 баллов соответственно.

Грамотами за успешное выступление в конкурсе по лингвистике были награждены школьники 8 класса и младше за любое одно засчитанное задание; школьники 9–11 классов за любые два засчитанных задания; а также школьники 5 класса и младше за набранные 12 баллов (или больше) в сумме по всем заданиям, школьники 6 класса — за 15 баллов, школьники 7 класса — за 30 баллов, школьники 8–9 классов — за 35 баллов.

Участникам, не получившим грамоты, оценка «е» (балл многоборья) ставилась за одно засчитанное задание; а также школьникам 6 класса и младше за 6 баллов, 5 кл. — 10, 6 кл. — 12, 7 кл. — 25, 8 кл. — 30, 9 кл. — 45, 10 кл. — за 55 баллов в сумме по всем заданиям.

КОНКУРС ПО ЛИТЕРАТУРЕ

Задания

Все задания адресованы школьникам всех классов. Не обязательно пытаться хоть что-нибудь сказать по каждому вопросу — лучше как можно более обстоятельно выполнить одно задание или ответить только на понятные и посильные вопросы в каждом задании.

1. *Перед вами стихотворение русского поэта, лауреата Нобелевской премии.*

Сонет

Как жаль, что тем, чем стало для меня
Твоё существование, не стало
Моё существованье для тебя.
. . . В который раз на старом пустыре
я запускаю в проволочный космос
свой медный грош, увенчанный гербом,
в отчаянной попытке возвеличить
момент соединения. . . Увы,
тому, кто не способен заменить
собой весь мир, обычно остаётся
крутить щербатый телефонный диск,
как стол на спиритическом сеансе,
покуда призрак не ответит эхом
последним воплям зуммера в ночи.

Если можете, назовите автора. Напишите примечания и комментарии к стихотворению, то есть попробуйте сформулировать, о чём оно, и пояснить слова и обороты, без понимания которых смысл стихотворения останется неясным.

Как вы думаете, когда примерно оно написано? Объясните, почему вы так считаете.

Что такое сонет? Кто, по-вашему, самые знаменитые авторы сонетов?

Чем приведённое стихотворение отличается от «настоящего», «правильного» сонета? Как можно объяснить, почему оно так названо? Сочините свой «правильный» сонет.

2. *В известном романе, написанном во 2-й половине XIX века, есть реплика одного из второстепенных персонажей:*

— Прощайте. Разве можно жить с фамилией Фердыщенко? А?

Автор другого, еще более известного романа, завершая первую главу, пишет:

Я думал уж о форме плана
И как героя назову. . .

Укажите авторов и названия процитированных романов.

Припомните как можно больше произведений, в которых обсуждаются имена (или фамилии) героев. Зачем, как вы думаете, это нужно писателям? (Рассмотрите каждый случай отдельно).

Попробуйте сформулировать принципы, которыми могут руководствоваться писатели, придумывая, как назвать героя. Приведите примеры следования этим принципам (из русской или зарубежной литературы).

3. *Ниже приведены два стихотворения, написанных в 1915 г. Их авторы — поэты А. А. Ахматова и М. И. Цветаева. Как можно полнее ответьте, чем похожи эти стихотворения (обратите внимание и на содержание, и на форму) и в чём основные различия между ними. Если вы знакомы с творчеством двух самых известных женщин-поэтов XX в., определите автора каждого стихотворения и аргументируйте свой ответ.*

1.

Сини подмосковные холмы,
В воздухе чуть тёплом — пыль и дёготь.
Сплю весь день, весь день смеюсь, должно быть,
Выздоравливаю от зимы.

Я иду домой возможно тише:
Ненаписанных стихов — не жаль!
Стук колёс и жареный миндаль
Мне дороже всех четверостиший.

Голова до прелести пуста,
Оттого что сердце — слишком полно!
Дни мои, как маленькие волны,
На которые гляжу с моста.

Чьи-то взгляды слишком уж нежны
В нежном воздухе едва нагретом...
Я уже заболеваю летом,
Еле выздоровев от зимы.

2.

Перед весной бывают дни такие:
Под плотным снегом отдыхает луг,
Шумят деревья весело-сухие,
И тёплый ветер нежен и упруг.
И легкости своей дивится тело,
И дома своего не узнаешь,
А песню ту, что прежде надоела,
Как новую, с волнением поёшь.

4. *Один из рассказов русского филолога Александра Жолковского заканчивается размышлениями засыпающего героя — профессора З. Приводим финал рассказа в сокращении.*

«В общем, моё подсознание — меня бережёт... Но чего оно тут только не навертело, как говаривала перед смертью Алёна Ивановна... А зачем? Правильно, смысла я в тебе ищу. Ну, разумеется, из-за бабы, причём она же тебе и пишет, чего же боле, в тот день мы больше не читали... Ну а глубже? Страх, естественно... Страх, но какой? Не предсмертный — его нет даже у Державина, хотя ода, так сказать, не окончена за смертью. А у Мандельштама если какой и есть, то сугубо грифельный, графический, графологический — звездоносный и хвостатый. Но не графоманский, как у некоторых (простыни не смяты, поэзия не ночевала)... А дальше так: какие сны в том смертном сне приснятся, когда покров земного чувства снят? Вот объясненье. Вот что удлиняет (или, наоборот, сокращает? Шекспир — Пастернак — Пушкин, звезда с звездой, могучий стык!) нам опыты быстротекущей жизни... Знакомых мертвецов живые разговоры, знакомый труп лежал в пустыне той. Нет, как труп в пустыне я лежал. В общем, Кавказ был весь как на ладони, был весь как смятая постель, спи, быль, спи жизни ночью длинной, усни, баллада, спи, былина, хрр... храни меня, мой талисс... с-с... с-с...»

Профессор спал. Ему снилась идеальная концовка: «С головой зарывшись в бесплотный шелест своего центона, профессор уже наполовину спал, как спят или, лучше, лениво дремлют в раннем детстве, где-нибудь на даче, в четырёхстопном ямбе — пока он ещё не надоел».

Какие цитаты из произведений русской и зарубежной литературы или отсылки к ним (укажите, если можете, названия и авторов) здесь встречаются?

Попробуйте определить логику построения этого текста. Какое впечатление он на вас произвёл?

«Центон (от лат. cento — одеяло из разноцветных лоскутов) — стихотворение, составленное из строк других стихотворений. В европейской литературе наиболее известны позднеантич. Ц. из стихов и полустиший Вергилия... служившие средством выразить преклонение перед [ним] и показать эрудицию авторов» (КЛЭ, М., 1975. т. 8. с. 383).

Ответы и комментарии к заданиям конкурса по литературе

1. Автор «Сонета» (1967; другое название стихотворения — «Postscriptum») — Иосиф Бродский (1940–1996). Некоторые участники конкурса, пытаясь угадать автора, называли имена других русских писателей и поэтов — Лауреатов Нобелевской премии: И. А. Бунина, Б. Л. Пастернака и даже М. А. Шолохова. Положительный эффект от случайного попадания в цель гораздо слабее отрицательного в случае непопадания: такие предположения показывают, что их автор совсем незнаком с русской поэзией XX века.

Очень важно понять первый и прямой смысл написанного: *Казалось бы, сюжет стихотворения чрезвычайно прост: лирический герой приходит на старый пустырь, опускает в телефон-автомат монетку и размышляет при*

этом о пустопорожности собственных попыток обратить свои чувства в ответные. (Мария Поветьева, 8-й класс, Дневной пансион № 84, г. Самара). Тогда легче определить и время создания стихотворения. Приводим выдержки из удачных работ, где разъясняются и комментируются некоторые слова и словосочетания.

Крутить щербатый телефонный диск — *набирать номер (в телефонах для этого использовалась не клавиатура, а диск с отверстиями для каждой цифры).*

Как стол на спиритическом сеансе — ... *имела место практика так называемых «спиритических сеансов», когда «маг» пытался «вызвать духа», а затем «общаться с ним» при помощи некоторых атрибутов, в частности круглого столика. В рассказе Набокова «Соглядатай» один из второстепенных героев, продавец книг, вызывает духов именно таким образом.*

Проволочный космос — *возможно, имеются в виду провода, проходящие над землёй.* (Наталья Берсенева, 10-й класс, гимназия № 1514, г. Москва)

Стол для спиритического сеанса — довольно частый образ в стихах Бродского (напр., «Только не с кем стола вертануть, // Чтоб спросить с тебя, Рюрик» — «Конец Прекрасной эпохи»). (Виктория Данилова, 10-й класс, школа № 57, г. Москва).

Проволочный космос — *телефонная связь (космос — мир).* Медный грош, увенчанный гербом — *монета, которую опускают в телефон вместо жетона.* Щербатый телефонный диск *говорит о том, что это старый телефон старой модели (с диском); чтобы набрать номер, нужно крутить диск.*

Спиритический сеанс — *вызов духов из иного мира. Во время спиритических сеансов крутят стол. Лирический герой звонит будто бы в другой мир. Скорее призрак или эхо ответят ему, чем та, для которой его существование не стало тем, чем для него — её. Вопли зуммера — звуковой сигнал в телефонном аппарате.* (Елена Лучина, 10-й класс, гимназия № 1514, г. Москва)

Наиболее интересны были работы, авторы которых не довольствовались прямым разъяснением слов и стремились истолковать отдельные образы, показать их значение для всего стихотворения.

Стихотворение можно было бы назвать «Телефон-автомат», если бы не лирическое вступление. Но сам аппарат не вполне узнаваем в сонете. Его устройство усложняется до «проволочного космоса», а телефонный диск сравнивается со столом для сеанса спиритизма. Монетка превращается в «грош, увенчанный гербом», а гудки в «вопли зуммера». Почему простая операция становится для автора священнодействием? Тут опять нужно обратиться к вступлению, и становится понятно, что сонет о неразделённой любви, а автомат — последнее, что может спасти её, но не спасает. (Татьяна Петрова, 10-й класс, школа № 2 пос. Правдинский Московской обл.)

Медный грош, увенчанный гербом — монетка, символ тщетности попыток героя. Слово «грош» отсылает к поговорке «медного гроша не стоит»; создаётся впечатление беззащитности слабого человека перед миром... Бродский говорит о своей любви как о прошлом: на спиритическом сеансе обычно вызывают дух умершего человека, т. е. вызывают к жизни про-

шлое, и лирический герой своим звонком хочет вернуть прошлое — прошлую любовь, прошлую Её, призрак которой может «ответить эхом последним воплям зуммера в ночи». (Александра Дедюхина, 10-й класс, школа № 57, г. Москва).

Старый пустырь... *Здесь и ощущение прожитой жизни и ушедшего навеки прошлого, и пустоты — душевной опустошённости. Кроме того пустырь — реалия Санкт-Петербурга — связан с важным для Бродского образом родного города — города гиблых болот и грязных дворов, дворцов тиранов и пустырей бродяг.*

Образ проволочного космоса не случаен. В нём чувствуется усталость от бездушного мира техники, но и некоторая эфемерность (или, наоборот, тонкость и нежность чувств?) Образ космоса расширяет пространство стихотворения, делая масштаб чувств космическим. (Антон Скулачёв, 10-й класс, гимназия № 1514, г. Москва)

По некоторым реалиям, упомянутым в стихотворении, можно было более или менее точно установить время его написания. *Я думаю, время написания стихотворения — после 60-х годов или во время их. Сейчас уже почти нет телефонов, где можно «крутить щербатый телефонный диск»*. (Анна Кузнецова, 7-й класс, школа № 21, г. Электросталь Московской обл.). *Написано оно во второй половине XX века, когда в космос уже запускали Белок и Стрелок, когда совершился первый полёт в космос человека.* (Мария Рогозина, 11-й класс, школа № 969, г. Москва).

Теоретические сведения о сонете в немалом количестве работ были изложены чётко и толково, например так: *Сонет — это стихотворение из 14 строк. Различают итальянский (и похожий на него французский) и английский сонеты. Английский состоит из трёх катренов (четверостиший) и двустишия — ключа. Итальянский — из двух катренов и двух терцетов. Рифмовка может быть такой: abab baab (во втором катрене рифма может быть перекрёстная), терцеты выглядят так: cdc dcd или так: cde cde.* (Елена Лучина)

Многие участники конкурса знают, что самый знаменитый автор итальянских сонетов — Франческо Петрарка (1304–1374) и что английский сонет прославил Уильям Шекспир (1564–1616). Но есть работы, в которых ответ на вопрос дан с завидной обстоятельностью. *Сонеты есть у Бунина (кстати, тоже Нобелевского лауреата), Гумилёва, Ахматовой (например, «Приморский сонет»)*. (Светлана Малютина, 11-й класс, школа № 1268, г. Москва). *Сонеты писали Данте (из сонетов к Беатриче от составил свою «Новую жизнь»), поэты Плеяды (в том числе Ронсар), Т. Уайет, Дж. Донн, Шекспир, Гёте, Гейне, Брюсов, Бродский (сонеты к Марии Стюарт)*. (Александра Дедюхина). *В своём стихотворении «Суровый Дант не презирал сонета...» А. С. Пушкин перечислил и великих авторов Ренессанса, и новых поэтов, которые «пленялись им»; это Вордсворт, Мицкевич, Дельвиг. Кстати, это пушкинское стихотворение является сонетом, а в качестве эпиграфа автор взял слова Вордсворта «Не презирай сонета, критик»... Русский Серебряный век породил огромное количество сонетов; их можно найти у Брюсова, Анненского, Гумилёва, Ахматовой и многих других. Часто это эксперименты с сонет-*

ной формой. Кстати, в это время Цехом поэтов сочинена пародия на сонет Пушкина: Valere Brussoff не презирал сонета,
Венки из них Иванов заплетал,
Размеры их любил супруг Аннеты,
Не плоше их Волошин лопотал...

(Светлана Тамбовцева, 10-й класс, гимназия № 1514, г. Москва)

Традиционный сонет писался по строгим стилистическим законам: для него были обязательны возвышенная лексика и интонация, точные и редкие рифмы; запрещались переносы (несовпадения в стихе ритмического и синтаксического членения речи), повторения знаменательного слова в одном и том же значении. Но в русской поэзии уже А. С. Пушкин, строго соблюдавший законы рифмовки, отказался от выполнения остальных требований. А в стихотворении Бродского, кажется, не осталось совсем никаких признаков классического сонета, кроме количества строк: нет рифмы (белый стих), нет членения на строфы — это заметили все отвечавшие на вопрос о форме и названии. Приведём и другие соображения участников конкурса.

Необычность сонета в том, что написано про любовь лишь намёками; употребляются современные слова. (Анна Кузнецова). В сонете вывод, итог всего сказанного должен находиться в последней строфе, а Бродский располагает своеобразный вывод в первых трёх строках. (Светлана Малютина)

Очень часто сонет — это песнь о любви. Именно этим, возможно, обоснован выбор Бродского. Название «Сонет» поднимает, возвышает изображённое поэтом чувство до уровня вечной, вневременной любви, такой же, какую изображали Петрарка и Шекспир. (Светлана Тамбовцева). *Хотя сонет написан современным языком и в нём как главный предмет спасенья выступает телефон, по лиричности своей он не уступает сонетам Шекспира.* (Татьяна Петрова) *Герой звонит по телефону на пустыре — и это простое, казалось бы, действие превращается в нечто сакральное, великое... То, как опускается в телефонный автомат монетка* — медный грош, увенчанный гербом, *то, что сам автомат назван* проволочным космосом, *сама цель опускания монетки* — возвеличить — *всё — и образы, и лексика — придаёт ночному звонку ощущение жертвоприношения, величия происходящего. Выстраивается ряд слов:* существованье, космос, герб, возвеличить, момент соединения — *высокая лексика; этот ряд замыкается словосочетанием* весь мир. (Виктория Данилова).

Название сразу же отсылает образованных читателей к огромным культурным пластам: вспоминаются сонеты Камоэнса, Данте, Петрарки. И конечно же, сонеты Шекспира — о любви и дружбе, о невозможности вечной любви и красоты, о всепожирающем времени, о том самом «моменте соединения» — абсолютно логичные и строго выстроенные по форме, композиции и мотивам, но в то же время искренние, проникнутые чувством огромной силы. Бродский, называя стихотворение «Сонет», с одной стороны, включает его в богатую культурную традицию, но с другой, во многом нарушая правила сонета, делает своё произведение смелым экспериментом, текст становится актом подтверждения собственной свободы, выходом за грани-

цы тесного пространства условий и правил.

Стихотворение начинается со слов «Как жаль. . . », потом в середине стихотворения — «Увы. . . » и потом — «Покуда призрак не ответит эхом. . . ». Это бесконечный поток, не останавливающийся и не прерывающийся, уходящий в бесконечность времени («покуда. . . ») и пространства («эхом»). Важно, что используется слово существование *(причём во второй раз с «ь» — укорачивание, ущемление, съёживание), которое возводит события личного характера в общефилософский план. . . Но вот стихотворение прерывается. За точкой следует многоточие — волнующая пауза, трагическое ожидание и пустота «не-встречи». Начинается новая часть сонета (дробление на части — характерная особенность жанра). Если в первых трёх строках глаголы были в прошедшем времени, то теперь в настоящем и будущем. Однако неразрывная связь настоящего, будущего и прошлого подчёркивается словами в который раз — непрерывная цепь потерь и утрат образует человеческую жизнь. . .*

Мы думаем, что настаёт момент соединения — стихотворение единым потоком анжабеманов стремится к этой отчаянной точке. Но — «. . . Увы.» Это многоточие снова делит стихотворение на части, и дальше — окончательная уверенность в невозможности. Реальность улетучивается, вместо существования, вместо жизни, вместо целого мира — эхо (!) звука, призрак, телефонный диск (как будто отдельный от самой будки), и нет даже того, кто заменит мир, тем более самого мира.

Последние две строки завершают этот непрерывный поток чувств, в них чувствуется что-то эсхатологическое и полное безвыходной трагедии. И в этом ещё одно сходство с «правильным» сонетом — эти две строки напоминают нам ключ сонета. (Антон Скулачёв)

Публикуем самые удачные из сонетов, написанных на конкурсе. Не будем сравнивать их с высокими образцами — это либо шутка, либо более или менее удачные стилизации, обычно с погрешностями в ритме и рифме. Признаем сонетами и те экспромты, которые написаны не пяти- или шестистопными ямбами, традиционными для русского сонета, а четырёхстопным ямбом или пятистопным хореем.

1. Писать сонеты, может, и не сложно,
Когда ты помнишь, что же есть сонет.
Но что тут можно сделать, если нет?
Попробовать. Начну же осторожно.

Но стоп. О чём, о чём же мне писать,
Когда в груди неровно сердце бьётся
И мысль потеряна. Найдётся ль, не найдётся?
И не пора ли мне листок сдавать?

Нет, не пора. Уж начала — пиши,
Груздём я назвалась — открыт мне кузов.
Часы идут. О, ужас, ужас, ужас!
Ну как же мне сонет свой завершить?

Не знаю, получился ли сонет.
Но времени и мыслей больше нет.

Дарья Полякова, 8 класс, школа «Интеллектуал», г. Москва.

2. Всего чудесней карие глаза,
Они до бесконечности прекрасны,
Прекрасны так, что передать нельзя!
Они манят к себе, они опасны...

Кому-нибудь милее бирюза
Иль взгляд голубоглазых чистый, ясный,
Ну а кому — узор разнообразный,
Очей прекрасно-пёстрых чудеса...

Нет, равнодушно я на них взираю,
А сероглазых вовсе презираю —
Их красота совсем не для меня!

Одним я только взглядом восхищаюсь,
Одним глазам служу и поклоняюсь,
Их образ в сердце трепетном храня!

Елена Лучина, 10 класс, гимназия № 1514, г. Москва.

3. Бывает мир бессовестно большой —
Итак, я говорю, а с кем — не знаю,
Но я тянусь, тянусь к тебе губами,
Нет, не к губам, а к раковине ушной,

Хоть лучше бы и выслушать душой,
А не мешать вибрации с словами —
Они утратят ключик к пониманью,
Хоть смысл был короткий и простой.

А я б к тебе, конечно же, прижалась
(Невинная сновидческая шалость),
Но ночь должна быть режуще-холодной:

Тогда лишь ты ко мне проявишь жалость,
Тогда лишь ты потерпишь эту малость
И дашь себя почувствовать влюблённой.

Виктория Данилова, 10 класс, школа № 57, г. Москва

4. Печально воет томная волна,
И грозно вторит вою рокот туч.
А я молчу, ведь вновь со мной Она,
Она — мой свет, златоволосый луч.

Призывно тянет, манит глубина,
И зов её так сладок и тягуч.
Но мне милее мрака — белизна
Тех плеч, спускающихся горных круч.

Она — мой храм, мой идол: всё она.
Я credo, верую, и вера столь сильна,
Что горы я сверну, лишь дайте ключ —

Мне ключ от сердца... О, меня не мучь,
Жестокосердая. Молчание. Волна
По-прежнему печальна и томна.

Александра Дедюхина, 10 класс, школа № 57, г. Москва

5. Осень мне глаза запорошила,
За собою в грёзу увела,
Покрывалом лиственным укрыла,
Разговор со мною завела:

«Как дела твои? А что читаешь?
Хочешь, песенку тебе спою?
Спи, малютка, в сне и полетаешь,
Тихо, тихо... баюшки-баю...»

«Мне не спится, что-то душу гложет...
Осень-матушка, открой окно...
Ветер ласковый — он мне поможет
Всё забыть. Останется одно

Дуновенье на щеках да слёзы...»
А читатель ждет уж рифмы «розы».

Ольга Николаенко, 10 класс, школа № 57, г. Москва

6. Как жаль, что в сердце пустота
И боль — осколки льда в груди.
И мысль: в твоём ли сердце Та?
И шелестом шепчу: прости.

Иглой в душе моей тоска:
Я кресло с грустью разделю.
Сквозь пальцы — я мечту ловлю,
Мечта моя — как горсть песка.

В тебе, как капелька росы,
Я таю, таю: и часы
Тик-так, тик-так, твердят: «Забудь!»
И вновь садится в кресло грусть...

Себя я в жертву приношу —
И все равно тобой дышу.

Екатерина Пирогова, 11 класс, СМУН, г. Самара

7. Как жаль, что тем, чем стало для меня
Твоё существование, не стало
Моё существованье для тебя.
Зевающая щель уже устала

Глотать несчастные монетки вновь.
Я снова отправляю их крутиться
В бездушном переплёте проводов,
В отчаянной попытке дозвониться.

Но для чего? Ты не ответишь мне.
Ведь я не тот, кто может центр мира
Собою заменить. Я наравне

С любым прохожим для тебя. Да нет,
Я хуже — незнакомцы интересны.
А мне положены гудки в ответ.

Мария Протасова, 11 класс, школа № 57, г. Москва

8. Сонет тебе хочу я посвятить:
Твоим глазам, твоей улыбке милой.
Я — странник, но никак я не унылый
Скиталец от звезды и до звезды.

И космос чёрный радостен и мил
(Мои глаза его так искажают),
Меня мой космос вечно поражает
Обилием и вечностью светил.

Но ты — его прекраснее стократ,
И солнца свет — ничто перед твоим
Свеченьем глаз, клянусь опять же им,

И больше я хочу тебя обнять,
Чем справедливое установить здесь царство,
Чем рассекать безмерное пространство.

Николай Решетников, 11 класс, школа № 520, г. Москва

9. Когда я вижу рощ багряный цвет,
Осин и клёнов листья огневые
И древние дубы, уж неживые
Свидетели давно минувших лет,

Мне кажется, что тёмных луж вода
Не жёлтую листву седых берёз,
А солнца золотые капли слёз
Там отражает.
В небе, как всегда,

Уж журавлей летящих строгий клин
Летит на юг осеннею порой,
И поднялись туманы над горой,
И дятел вдалеке стучит один.

Осенних первых дней печален лик,
Как журавлей летящих в небе крик.

Мария Утюжова, 9 класс, школа № 60, г. Брянск.

10. Порой, среди метели голосов,
Забытых мною вдруг иль специально,
Я слышу: голос старых страшных снов
Зовет меня тоскливо и печально.

Но я не внемлю голосу в ночи,
Он не способен мой смутить рассудок:
От памяти потеряны ключи,
Излечена любовная простуда.

И отступает страшное виденье,
Впуская в мир жестокий и смешной
Ещё одно без рифм стихотворенье.

И я плачу́ за глупый страх покоем,
И в беспокое прячусь на века,
Пока стихи идут неровным строем.

Ольга Надыкто, 11 класс, школа № 4, г. Унеча Брянской обл.

2. Процитированы романы «Идиот» Ф. М. Достоевского и «Евгений Онегин» А. С. Пушкина. Правда, есть персонаж с фамилией Фердыщенко и в «Истории одного города» М. Е. Салтыкова—Щедрина.

Интересных ответов на вопрос о фамилиях, обсуждаемых в произведениях литературы, к сожалению, оказалось немного.

В рассказе Чехова «Лошадиная фамилия» весь сюжет разворачивается вокруг фамилии лекаря Овсова, которую не может вспомнить приказчик. В пьесе Островского «Свои люди — сочтёмся» обсуждается отчество Рисположенского «Псоич». Устинья Наумовна спрашивает его, и он говорит «Отец был Псой»; на это она отвечает, что бывали и похуже отчества. Островский рассматривает это отчество как подчёркивание низкой души продажного канцеляриста. В пьесе Гоголя «Женитьба» герой по фамилии

Яичница жалуется, что у него такая фамилия. (Антон Романов, 10-й класс, гимназия № 1567, г. Москва).

А. Дюма, «Три мушкетёра». Воины кардинала задержали Атоса, приняв его за Д'Артаньяна, и, выяснив его имя, удивляются: «Атос? Разве это имя? Больше походит на прозвище». Атос изменил своё имя, пытаясь таким образом забыть о своей прошлой жизни, чтобы его никто не узнал. (Павел Говоров, 9-й класс, лицей № 1, г. Брянск).

Часто авторы называют своих героев «неподходящей» фамилией, в таких случаях в повествовании можно встретить фразу: «. . . но эта фамилия ему/ей не шла, и все называли его/её. . . » Такова фамилия Ивана Иваныча из «маленькой трилогии»; однако его брату Николаю Иванычу фамилия Чимша—Гималайский даже стала казаться благородной. У того же Чехова можно найти обсуждение имени другого персонажа — Осипа Дымова, жена которого была недовольна именем собственного мужа и называла его по фамилии. (Владислава Терентьева, 11-й класс, гимназия № 1515, г. Москва)

В этом же романе («Евгений Онегин» — прим. жюри) — автор размышляет об имени героини. Подчёркивая необычность имени («впервые именем таким / Страницы нежные романа / Мы своевольно освятим»), Пушкин подчёркивает и своеобразие его носительницы. (Светлана Малютина)

Многие написали, что в «Шинели» Н. В. Гоголя рассказано, почему главного героя повести назвали Акакием Акакиевичем, но, к сожалению, никто не припомнил, что там же рассказчик с забавной серьёзностью размышляет о происхождении фамилии «Башмачкин»: «Уже по самому имени видно, что она когда-то произошла от башмака; но когда, в какое время и каким образом произошла она от башмака, ничего этого не известно».

Придумывая, как назвать героя, писатели могут руководствоваться различными принципами. Первое и наиболее частое суждение — фамилия может называть какую-либо важную черту героя. *В классицизме широко использовались «говорящие» фамилии (Скотинины в «Недоросле» Фонвизина). Много их в пьесе «Горе от ума»: Фамусов (от fama — молва); имя Софья, обозначающее мудрость; Репетилов (от слова «повторять»), Тугоуховские. Фамилия главного героя изначально задумывалась как Чадский, т. е. находящийся в чаду терзаний, страстей и т. д.* (Светлана Малютина)

Часто в сказках медведя называют Топтыгиным, потому что он громко топает. (Анастасия Ломакина, 6-й класс, гимназия № 2 г. Раменское Московской обл.)

В романе Сервантеса «Дон Кихот» имена героев имеют определённый перевод: Санчо Панса — Санчо Брюхо. (Даниил Локшин, 6-й класс, школа № 1299, г. Москва).

Гораздо чаще встречаются фамилии литературных героев, которые помогают понять отношение автора (например, уничижительное или насмешливое), намекают на некоторые черты героя, вызывают определённые ассоциации, хотя и не «говорят» прямо: *В рассказе «Лошадиная фамилия» Чехову нужно перечислять фамилии для юмора.* (Даниил Локшин). *В поэме Гоголя «Мёртвые*

души» скаредная помещица носит фамилию Коробочка, а помещик со сладкими глазами — Манилов. (Светлана Малютина). *В Макаре Девушкине («Бедные люди») подчёркнута чуткость, хрупкость; отсюда и фамилия.* (Наталья Берсенева) Читатель имеет право на догадки и ассоциативные толкования; они могут быть довольно интересны, надо только понимать, что в замысел писателя такие толкования имен могли и не входить. . . . *У Чехова фамилии* Светловидов, Косых, Чубуков, Ломов, Шипучин, Хирин, Ревунов, Жигалов, Нюнин, Ять, Солёный *в той или иной степени отражают сущность героев. . . Возьмём произведение О. Уайлда «Портрет Дориана Грея». Gray (англ.) — серый, олицетворение серости и пустоты, контрастирующее с яркими красками любви и обожествления, которыми наделил юношу Дориана художник Бэзил. Впоследствии, когда обнажается истинная сущность Дориана, мы видим, что Грей — наиболее подходящее имя для холодного и бесчувственного существа.* (Мария Поветьева). . . . *К примеру, Евгений Онегин у Пушкина. Онега — тихая, довольно спокойная и холодная река.* (Анастасия Приходько, 10-й класс, школа № 936, г. Москва)

Бывает, что имя героя вызывает литературные ассоциации: *Интересен случай с фамилией персонажа «Герой нашего времени». Она характеризует своего носителя, но не напрямую: она отсылает нас к фамилии Онегин (т. к. существуют реки Онега и Печора). У читателя сразу возникают определённые ассоциации, ему вспоминается «мечтам невольная преданность, неподражательная странность и резкий, охлаждённый ум», и он невольно переносит эти черты в свое восприятие Печорина.* (Светлана Малютина).

Выбор имени или фамилии персонажа может диктоваться его социальной или национальной принадлежностью: *Героини «Прощания с Матёрой» В. Распутина названы простыми именами Дарья, Наталья, Сима, Клава, которые действительно могли встретиться в любой деревне.* (Светлана Малютина). *Главная героиня рассказа «Барышня-крестьянка», Лиза, в роли крестьянки сменила имя на Акулину.* (Анна Кузнецова).

Приведём и другие интересные соображения и наблюдения участников конкурса. *Иногда бывает, что автор пишет героя с реально существовавшего человека и называет его созвучно с прототипом. Скажем, в «Истории одного города» в фамилиях градоначальников можно увидеть ссылку на государственных деятелей России. Денисов, герой «Войны и мира», был «списан» с известного героя-партизана поэта Дениса Давыдова.* (Владислава Терентьева). *В «Войне и мире» Толстой изменяет многие фамилии знатных родов Александровской России (Курагины, Болконские). . . . При выборе имени может играть роль звучание. Званские, Лидины, Ленины — романтические герои литературы XIX века. В пьесе Набокова «Изобретение Вальса» чиновники-клоны, мало отличающиеся друг от друга, наделены похожими псевдонемецкими именами, уже указывающими на отсутствие в них всякого личностного начала: Герб, Граб, Гроб, Брег, Бриг, Гриб. . .* (Светлана Тамбовцева) *В произведении Жуковского автор использует имя Светлана, означающее свет. Этим как бы предсказывается хороший конец истории. В «Гранатовом браслете» автор показывает, что под невзрачной внешностью и смешной фамилией (Желтков) может скрываться богатый внут-*

ренний мир (контраст между именем и личностью героя). (Ульяна Хомякова, 11-й класс, школа № 1, г. Оболенск Московской области.). *Не всегда имя и фамилия персонажа могут сказать что-то о его характере, но по тому, как к нему обращаются, можно понять отношение к нему окружающих; в любом случае это дополнит образ. В качестве примера можно привести Ионыча из одноимённого рассказа Чехова.* (Владислава Терентьева). *Автор может придумать какие-то новые имена, никому раньше не известные, помогая создавать другой мир, другую реальность (фантастика, фэнтези). Фантастический мир Урсулы ле Гуин поддерживают нереальные имена персонажей.* (Валерия Ульданова, 9-й класс, школа № 1944, г. Москва)

3. Участники конкурса, выполнявшие это задание, высказали тонкие замечания об оттенках весеннего настроения, об интонации стихотворений, многие авторы проявили довольно серьёзное знакомство с творчеством обеих поэтесс. Наиболее интересны такие работы, в которых сочетаются суждения о том, что сказано в стихотворениях, с наблюдениями о том, как это сделано.

Стихотворение «Сини подмосковные холмы» принадлежит Марине Ивановне Цветаевой. Мой вывод обусловлен особенностями стиля, мировосприятия и биографии поэта. В 1915 г. её особый стиль ещё не до конца сформирован, но узнаваемыми чертами этого стиля уже является обилие экспрессивных знаков препинания (восклицательных знаков, тире, многоточий). Наслаждение мгновением, возведённым к вечности, — черта цветаевского мироощущения. Многие её стихотворения посвящены Москве или Подмосковью, которые она любила всю жизнь.

Второе стихотворение написано Анной Андреевной Ахматовой. Для неё, наоборот, характерна эмоциональная сдержанность. Реальный мир со всеми его деталями был необыкновенно важен для акмеистов. Через изображение вещных образов внешнего мира поэт опосредованно передаёт психологическое состояние героини.

Оба поэта говорят о весне, об обновлении души, о лёгкости бытия. Цикличность жизни осознается и Цветаевой, и Ахматовой. (Светлана Тамбовцева)

Слова, выражающие настроение — смеюсь, выздоравливаю, не жаль, до прелести, нежный (1), отдыхает, нежен, весело-сухие, лёгкость, с волнением (2) — *радостны, в стихотворениях нет ничего тёмного, печального, даже болезнь героини (1) является чем-то счастливым.* (Виктория Данилова)

В обоих стихотворениях чуть тёплый, едва нагретый воздух начала весны. Поэтессы возвращаются — после отдыха, обновления — домой, к песне, к стихам, к «заболеванию». (Мириам Бернштейн, 9-й класс, гимназия № 1543, г. Москва)

Но одна описывает в основном природу, а вторая описывает свои чувства. (Ольга Озимкова, 8-й класс, гимназия № 2, г. Раменское Московской области).

В обоих стихотворениях героиня не узнаёт себя, смотрит на себя как бы со стороны, причём её состояние описывается через сравнение с природой. Однако в первом дни сравниваются с маленькими волнами, а во вто-

ром — скорее наоборот — лёгкость тела становится в один ряд с нежностью и упругостью ветра. (Мария Шапиро, 10-й класс, школа № 57, г. Москва).

Они различаются тем, что в первом стихотворении всё происходит сейчас, а во втором — что происходит обычно. (Ирина Грачёва, 6-й класс, школа №218, г. Москва)

Если в первом произведении есть место действия — Подмосковье, то природу, которая описывается во втором, можно увидеть в любом уголке средней полосы России. Для Цветаевой важнее именно момент её переживания, а словами Ахматовой может сказать про себя любая.

Если от первого возникает ощущение прелести чувств, мимолётных, спонтанных, то после второго — светло и легко на душе. (Татьяна Петрова)

В первом стихотворении четверостишия менее дороги, чем проявления окружающего мира. Ненаписанных стихов — не жаль! — *жизнь, реальность весны не отпускает в поэзию (немота от того, что* сердце слишком полно*). Во втором возвращение к надоевшей песне, которую,* как новую, с волнением поёшь, — *подкрепление идеи обновления.* (Виктория Данилова)

Почти все участники конкурса отметили, что одно стихотворение написано пятистопным хореем и поделено на строфы с опоясывающей рифмовкой, а второе — пятистопным ямбом, без деления на строфы, и рифмовка в четверостишиях перекрёстная. Но некоторым авторам удалось связать эти (и другие) формальные наблюдения с тем, какое впечатление производят обсуждаемые произведения.

Стихотворение Ахматовой более мерное, слегка напевное, с чёткой перекрёстной рифмой, а стихотворение Цветаевой — отрывистое, подкупающее немного детской искренностью; Марина Ивановна в нём будто бы бросает свои строки в нежный воздух или же просто на ветер — бросает с всё такой же детской легкомысленностью: Ненаписанных стихов — не жаль! (Мария Трусова, 9-й класс, школа № 1944, г. Москва)

Всё это весеннее сумасшествие передано от первого лица, и от этого становится только светлее, понятнее даже читающему эти стихи зимой. Во втором стихотворении даже собственные впечатления — как чужие: «И лёгкости своей дивится тело, и дома своего не узнаёшь». (Татьяна Шилова, 11-й класс, школа № 167, Брянск–18)

В первом стихотворении ни разу не упомянуто слово «весна»; все переживания описаны от первого лица. Второе стихотворение — описание ощущений, не зависящих от воли и предрасположенности человека, они могут нахлынуть на каждого, они принадлежат всем. Стихотворение более безличное. (Валентина Курчина, 11-й класс, школа № 1678, г. Москва).

В первом стихотворении в первой строфе употреблён перенос — это излюбленный приём Цветаевой. Рифмовка строгая (абба), и строфа при чтении как бы разделяется на две части, в которых даже говорится о разном. Второе стихотворение не разделено на строфы, рифмовка перекрёстная, читается оно на одном дыхании. (Татьяна Петрова).

Первое стихотворение несколько болезненно, там всё как-то преувеличенно, будто герой пьянеет или сходит с ума от весны. Может, поэтому

в первом стихотворении рифмы какие-то пьяные и больше нестандартных рифм: дёготь — должно быть, тише — четверостиший. (Анастасия Дмитриева, 7-й класс, Веста, г. Черноголовка Московской области). Юная участница конкурса точно ощутила то, что сама М. И. Цветаева позже в одном из стихотворений назвала, правда по куда более серьёзному поводу, «безмерностью в мире мер». Эта же явная «безмерность» звучит в лексике её стихотворения: *весь день, возможно тише, дороже всех четверостиший, до прелести пуста, слишком полно, слишком уж нежны.*

И в том, и в другом стихотворении используется приём противопоставления. В первом: Голова до прелести пуста, / Оттого что сердце слишком полно. *А во втором —* . . . песню ту, что прежде надоела, / Как новую, с волнением поёшь. (Ольга Фуфаева, 9-й класс, школа № 6, г. Самара).

Всё стихотворение Ахматовой звенит и шуршит: Шумят деревья веселосухие, ветер нежен и упруг — *слова наполнены шуршащими и звенящими звуками. Отовсюду летит светлая, теплая, радостная музыка весны.* (Вера Казакова, 7-й класс, школа № 57, г. Москва).

Второе стихотворение кажется более цельным. Переход от природы к человеку почти незаметен: после упоминания ветра — чего-то лёгкого, невесомого — естественно говорится о лёгкости тела; обновление природы сопоставляется с обновлением песни, изменения в природе с изменением дома своего. (Татьяна Голубкова, 11-й класс, СУНЦ МГУ)

Сдержанность, внимание к деталям, нежность и женственность Ахматовой абсолютно противоположны необузданности чувств Цветаевой. . . Мне кажется, что различия между поэтами можно проследить по значению, которое они вкладывают в слово «нежность». У Ахматовой оно сопряжено с лёгкостью, теплотой. А у Цветаевой — со страстью («чьи-то взгляды слишком уж нежны»), причём не только в этом стихотворении, но и в других («Откуда такая нежность?», некоторые стихотворения из цикла «Комедиант») (Светлана Малютина)

4. Приводим список цитат и отсылок.

1. . . . *моё подсознание — меня бережёт. . .* Ср.: Моя милиция меня бережёт. В. Маяковский, «Хорошо!»

2. *Но чего оно тут только не навертело, как говаривала перед смертью Алёна Ивановна. . .* Ср.: — Да что он тут навертел! — с досадой вскричала старуха. . . Ф. М. Достоевский, «Преступление и наказание».

3. *смысла я в тебе ищу. . .* — А. С. Пушкин, «Стихи, сочинённые ночью во время бессонницы».

4. *она же тебе и пишет, чего же боле. . .* Ср.: Я к вам пишу. Чего же боле? А. С. Пушкин, «Евгений Онегин».

5. *В тот день мы больше не читали. . .* Данте Алигьери, «Божественная комедия» («Ад», песнь пятая).

6. . . . графический, графологический — звездоносный и хвостатый. Ср.: И пишут звездоносно и хвостато / Толковые лиловые чернила. О. Э. Мандельштам. «Ещё мы полны жизнью в высшей мере. . . »

7. *простыни не смяты, поэзия не ночевала...* Ср.: ... Там, где обнаружена соизмеримость вещи с пересказом, там простыни не смяты, там поэзия, так сказать, не ночевала. О. Э. Мандельштам, «Разговор о Данте».

8. *Какие сны в том смертном сне приснятся,*
когда покров земного чувства снят?
Вот в чём разгадка. Вот что удлиняет
Несчастьям нашим жизнь на столько лет.
В. Шекспир, «Гамлет», перевод Б. Л. Пастернака.

9. *Наука сокращает / Нам опыты быстротекущей жизни.* А. С. Пушкин, «Борис Годунов».

10. *Звезда с звездой* Ср.:
И звезда с звездою говорит. М. Ю. Лермонтов, «Выхожу один я на дорогу...»;
Звезда с звездой — могучий стык... О. Э. Мандельштам, «Грифельная ода».

11. *Знакомых мертвецов живые разговоры...* А. С. Пушкин, «К Чаадаеву» (1821).

12. *Знакомый труп лежал в пустыне той...* Ср.: Знакомый труп лежал в долине той. М. Ю. Лермонтов, «Сон».

13. *Как труп в пустыне я лежал...* А. С. Пушкин, «Пророк».

14. *Кавказ был весь как на ладони / И весь как смятая постель...* Б. Л. Пастернак, «Волны».

15. *Спи, быль. Спи жизни ночью длинной. / Усни, баллада, спи, былина...* Б. Л. Пастернак, «Вторая баллада».

16. *Храни меня, мой талисман!* А. С. Пушкин, «Талисман».

17. ... *уже наполовину спал, как спят или, лучше, лениво дремлют в раннем детстве, где-нибудь на даче...* Ср.: На даче спят, укрывши спину, / Как только в раннем детстве спят... / Но я уж сплю наполовину... Б. Л. Пастернак, «Вторая баллада».

18. ... *в четырёхстопном ямбе — пока он ещё не надоел.* Ср.: Четырёхстопный ямб мне надоел. А. С. Пушкин, «Домик в Коломне».

Также упомянуты предсмертное стихотворение Г. Р. Державина «Река времён в своём стремленьи...», так называемая «Грифельная ода», и стихотворение «Грифельная ода» О. Э. Мандельштама.

Все цитаты и отсылки назвали две участницы конкурса — Александра Дедюхина и Ольга Николаенко.

Наиболее распространённый ответ на вопрос о логике построения текста примерно такой: *Этот текст построен на объединении цитат из различных произведений посредством одинаковых слов и вставок из слов автора. Этот текст лишён смысла, он очень чётко передаёт состояние засыпающего героя — все мысли путаются и, перескакивая с одного произведения на другое, создают ощущение бессвязного и бессмысленного текста, т. е. бреда.* (Ульяна Хомякова, 11-й класс, школа № 1, г. Оболенск Московской обл.)

Есть работы, авторы которых очень серьёзно отнеслись к содержанию текста и высказали интересные догадки о логике сцепления цитат.

На мой взгляд, есть некоторая закономерность, последовательность в мыслях засыпающего героя: Маяковский — XX век, Достоевский — 2-я половина XIX века, Шекспир — XVII век, но вдруг вмешивается Пастернак (XX век), потом Пушкин, Лермонтов. Словно идёт возвращение к истокам, а потом нарушается. Игру подсознания сложно удержать и посадить в какие-то рамки. (Екатерина Кузьмина, 11-й класс, гимназия города Переяславль-Залесский).

В сознании идёт «интернационально-межвековая» полемика идей, изложенных мыслителями на бумаге. (Родион Лозовский, 11-й класс, школа № 1199 (Лига Школ), г. Москва).

Текст, который представлен в задании, принадлежит к особой культурной эпохе — эпохе постмодернизма. В условиях XX века художниками (писателями, поэтами, да и вообще всеми творческими людьми) особенно остро начинает восприниматься важность нематериальных ценностей, Культуры и Слова. Литература становится местом осмысления культурного прошлого, его переработки и воспроизведения. Поэзия становится коллажем из цитат (ср. у А. Ахматовой: «И, может быть, поэзия сама — // Одна великолепная цитата»), «текстом о тексте». Да и сама жизнь становится текстом, а писатель — пленником языка.

Отсюда и метафора «центона»: текст, состоящий из отрывков других текстов, цитат, реминисценций и аллюзий.

Первое предложение («. . . моё подсознание меня бережёт. . . ») отсылает нас к В. Маяковскому («моя милиция меня бережёт»), но при этом смысл рождается из контраста: строчка Маяковского с её (псевдо?)гражданским пафосом противопоставлена мысли лирического героя: его «бережёт», то есть спасает от суеты мира, его подсознание, его культурная память, его сверх-Я. . . Образ подсознания — вгрызание вглубь себя, стремление понять себя, своё Я.

Затем цитата из Ф. М. Достоевского. Писатель по-новому осмысливает текст Достоевского и его образы. . . Образ смерти, её неизбежного приближения («говаривала Алёна Ивановна перед смертью. . . » — противопоставлен первому предложению: «бережёт, но убивает».

Следующая цитата («. . . смысла я в тебе ищу») — из стихотворения А. С. Пушкина «Стихи, сочинённые ночью во время бессонницы». Схож сюжет отрывка из Жолковского и стихотворения Пушкина: пограничное состояние сна и яви, дня и ночи, когда смыслы реальной жизни «улетучиваются», а из подсознания, подкорки мозга «извлекаются» вечные сверх-смыслы.

. . . Мы вспоминаем знаменитую державинскую предсмертную оду, начертанную им грифелем на доске:

Река времён в своём стремленьи
Уносит все дела людей. . .
А если что и остаётся
Чрез звуки лиры и трубы,
То вечности жерлом пожрётся
И общей не уйдёт судьбы. . .

Действительно, это стихотворение было не закончено «за смертью» — Державин так и умер, перед этой доской. Что же могло быть в нём дальше? Если окинуть взглядом его творчество, мы поймём, что одной из главных проблем, волновавших Державина как поэта и как человека, была проблема взаимоотношения времени и человеческой жизни. Она связана с религиозным пафосом его творчества (рефлексией о месте человека перед Богом) и образует главное трагическое противоречие его личности и творчества: человеческая жизнь мимолётна, перед всепожирающим временем она — ничто, но чистая, искренняя, праведная человеческая душа всегда бессмертна — в Боге. И поэтому можно предположить, что в конце своей знаменитой «грифельной оды» Державин хотел об этом сказать. И поэтому «предсмертного страха» нет. Но есть ли он у профессора З.? Он говорит, что страх есть (а как же иначе в современном мире?!), но не тот, что у Державина. Поиск выхода из страшного лабиринта продолжается... Цепочка культурных ассоциаций приводит профессора к Мандельштаму, который, впечатлённый силой переживания, глубиной чувства и философией Державина, написал свою «Грифельную оду». Откуда же «грифельный», «графический», «графологический» страх у Мандельштама? Он связан с одной из главных тем периода «Tristia» — темой потери слова, потери его формы и невозможности обретения смыслов: «Я слово позабыл, что я хотел сказать...»

Потом профессор вдруг вспоминает Гамлета: «какие сны в том смертном сне приснятся, когда покров земного чувства снят». Почему? Ответа, как мне кажется, возможно два. Первое: «Гамлет» является одним из знаковых произведений для культуры XX века. В проблематике трагедии и образе Гамлета мы видим предпосылки появления философии экзистенциализма: размышления о месте человека в мире, о жизни и смерти, о смысле существования человека, о выборе пути и ответственности за него. Схожа и культурная ситуация начала XVII века (когда был написан «Гамлет», переходный период, так называемое «барокко», период осознания распада ценностей эпохи Возрождения) и второй половины XX века: осознание недееспособности старых ценностей... «Шекспир... — Пушкин»: таков был путь к Борису Годунову. Во время написания исторической трагедии Пушкин читал Шекспира, и тот служил ему образцом.

«Звезда с звездой» — цитата из Лермонтова: «Выхожу один я на дорогу; //Сквозь туман кремнистый путь блестит; //Ночь тиха. Пустыня внемлет богу, //И звезда с звездою говорит» («Выхожу один я на дорогу...», 1841). Какой значимый для всей русской поэзии образ: поэт, выбирающий свой путь («выхожу на дорогу»), наедине с природой, слышит разговор двух звёзд! Здесь чувствуются и тревога, и одиночество, и мотив выбора пути, и важнейшая сквозная тема русской литературы — тема предназначения поэта и поэзии, — и образ поэта, слышащего «музыку сфер», проникающего в глубины бытия...

Продолжение цепочки цитат из Лермонтова — опять стихотворение 1841 года, на этот раз — «Сон». Напомню: в этом стихотворении умирающе-

му лирическому герою снится его возлюбленная на пиру, которой снится он.

Ассоциации (долина Дагестана — пустыня) приводят профессора к Пушкину, к его знаменитому «Пророку»: «Храни меня, мой талисман» — цитата из пушкинского «Талисмана». Символично, что именно на этой успокаивающей фразе профессор засыпает... Его размышления образуют полный круг: «бережёт» — «храни». А что «бережёт» и «хранит», что спасает от «страха» (как «предсмертного», так и «графологического»), от смертного сна? Поэзия, культура, мир слов и текстов...

В этом и «логика построения текста»: ассоциативные переходы от цитаты к цитате, от символа к символу, образующие единый поток (неслучайно так часто повторяются вопросы и многоточия — то есть незаконченные ответы, ненайденные смыслы). Казалось бы, «рваный» текст из разрозненных цитат образует сложный, но очень закономерный и продуманный лирический сюжет, элементы которого перекликаются между собой и каждая в отдельности служат своей определённой цели, поднимая целый пласт культурных ассоциаций.

(Антон Скулачёв, 10-й класс, гимназия № 1514, г. Москва)

В процитированной выше обстоятельной работе вызывают уважение и эрудиция автора, и глубокое понимание литературных явлений, и способность к интерпретации. Не учтена здесь только не вполне серьёзная интонация обсуждаемого отрывка, ведь, скажем, цитата из пушкинского «Талисмана» интересна не только содержанием — она успокаивает, снимает страх, — но и тем, что она обрывается на звуках, имитирующих храп заснувшего героя. Эту шутливая, игровая сторона постмодернистского текста замечена другими участниками конкурса.

Профессор, очевидно, засыпает после полного треволнений дня. В голове проносятся вопросы без ответов и ответы без вопросов. В кажущемся хаосе мыслей прослеживается нить рассуждения о жизни и способ выйти из ситуации (очевидно, неблагоприятной)... Чем можно помочь человеку в безвыходной ситуации? Что нас спасает в трудный период жизни? Искусство, поэзия. Возможно, в искусстве господин З. старался найти путь, но слегка заблудился. Зато ему стало легче (с тяжёлым сердцем не будешь спать как ребёнок). В целом этот текст почему-то показался мне почти весёлым. Есть что-то в этой мешанине, похожее на «Алису в Стране Чудес», где тоже намешано всего понемногу. (Ксения Уланова, 9-й класс, школа № 81, г. Москва)

Мне было интересно догадываться, на каких писателей и поэтов ссылается персонаж. Но я не люблю сумбурности и недосказанности, поэтому этот отрывок немного раздражил меня. Хотя все это очень необычно и забавно; первый раз читала произведение такого типа. (Анастасия Уманец, 11-й класс, гимназия № 1505, г. Москва)

О логике построения текста: постепенно разнообразные отсылки и цитаты сменяются связанными со сном... и читатель получает эстетическое наслаждение, когда находит знакомые строки, как бы разгадывая головоломку или разглядывая мозаику. (Светлана Малютина).

КОНКУРС ПО ИСТОРИИ

Вопросы и задания

Все задания адресованы школьникам всех классов: каждый может выбрать те, которые ему по вкусу и по силам; достаточно выполнить хорошо (не обязательно полностью) 2 задания из первых десяти или верно указать хотя бы 10 ошибок в заданиях 11 или 12 (нужно составить список указанных в текстах событий (фактов), которые на самом деле происходили или **не тогда**, или **не там**, или **не так**, и объяснить, как, где и с кем они происходили — или почему их вообще не могло быть).

1. Кто из российских правителей первым принял один из следующих титулов: король, царь, император, каган? Когда это было?

2. «Среди моря Окияна лежит остров Буян, на нем правит царь Салтан». Какие современные государства подходят под это описание? На каких языках там говорят?

3. Кто из родичей Ричарда Львиное Сердце участвовал в других крестовых походах (кроме Третьего)? Когда, где, с каким успехом? В каком родстве эти люди были с Ричардом?

4. Как зовут нынешнего римского папу? В честь кого он выбрал себе тронное имя? Какие заслуги отличили его первого носителя?

5. В 1937 году Италия по приказу Муссолини пышно отметила круглую годовщину некоего исторического события. О каком событии шла речь? Какое отношение к нему имел Муссолини?

6. В 88 году до н. э. римская армия впервые взяла штурмом Рим. В 1169 году русская армия впервые взяла штурмом Киев. Что общего и какие различия можно заметить в этих событиях? Назовите их главных героев и «антигероев». Известны ли вам сходные события в истории других стран?

7. Перечислите знаменитых людей, поклонявшихся богу Кецалькоатлю. Какие их дела вошли в историю? Когда они жили?

8. Назовите нескольких человек, знакомых с императором Карлом 5 и повлиявших на некоторые его поступки. Чем прославились эти люди?

9. Представители каких народов носили титул «Цезарь» в разные века? Приведите примеры таких деятелей и их достижений.

10. Что старше: самый старый памятник живой природы на территории Москвы, или самое старое произведение искусства, возвышающееся в Москве? Назовите эти памятники и оцените их возраст.

(Вместо Москвы вы можете рассмотреть другой знакомый вам древний город — например, ваш родной город или столицу вашей страны; не забудьте указать, про какой именно город вы написали).

11. Найдите исторические ошибки в тексте.

Французская революция

Девятого Вандемьера Шестого года Республики первый консул Огюстен Робеспьер получил тревожную весть из Лиона. Тамошний наместник — Шарль Кулон раскрыл заговор роялистов, готовых передать город в руки англичан! Их эскадра под командой Нельсона давно блокирует гавань Лиона; теперь этот важный порт может перейти в руки врагов Отечества! Тут нужны крутые меры — но у храброго Кулона почти нет войск... Лучшие силы Республики бьются на востоке — в Альпах — с армией генерала Суворова. Как доставить в Лион нужные подкрепления? Кто может возглавить эту армию?

Гош и Бонапарт едва удерживают фронт на севере — против хитрого Карла, эрцгерцога Пруссии. Невезучий Дюмурье со своим корпусом застрял в Египте. Моро и Клебер успешно сражаются с Веллингтоном в Испании: они могут выделить пару дивизий для подавления мятежа в Лионе. Но англичане властвуют на море с тех пор, как Нельсон разгромил бездарного Сюфрена в бухте Трафальгар. Неужели придётся вести испанские дивизии в Лион по суше — как Ганнибал вёл своих слонов против Рима? Нет, этот путь слишком долог: испанцы не успеют!

А что у нас есть в Париже? Курсанты Нормальной и Политехнической школ всегда готовы в бой; хитрец Фуше найдёт необходимое количество ружей и патронов. Но он не годен в командиры: ведь академики считают его убийцей Лавуазье, а якобинцы не забыли, как Фуше голосовал против казни короля! Нет, сейчас нужен генерал с безупречной репутацией патриота, со славой ярких побед. Где такого найти, кроме фронта? Не в тюрьме же искать!

А почему не в тюрьме? В Бастилии можно найти кого угодно: от храброго пьяницы до ловкого вора! Пусть комиссар Фуше просеет эту публику сквозь сито необходимости: авось, там сыщется второй Бонапарт!

Тихий умник Фуше, недолго думая, спросил старого профессора Монжа: кто из его учеников сейчас прозябает в немилости грозного Робеспьера? Монж сразу назвал удобное имя: Пьер Даву! Он подавил мятеж в Тулоне, разбил генерала Блюхера у Вальми — но приказал расстрелять за трусость кого-то из клиентов Робеспьера, и за это попал в Бастилию. Надо дать ему шанс!

Так Пьер Луи Даву вновь вынырнул на поверхность революционного моря. Он быстро и жестоко расправился с мятежниками Лиона — а потом повернул войска на Париж, объявив свирепого Робеспьера врагом Отечества. Эту авантюру поддержали командиры Рейнской армии: Ланн, Журдан, Бонапарт. Соединённые войска мятежников заняли Париж, не проливая крови. Санкюлоты не забыли расправу Робеспьера над их любимцем Дантоном!

Изумлённый Конвент во главе с беспринципным Мирабо признал побеждённого Робеспьера тираном; вскоре его голова упала под гильотину. Генералы-победители образовали новое правительство — Директорию. Фуше стал комиссаром внутренних дел, а Монж был назначен президентом Академии Наук. Пост ректора Нормальной школы достался её первому питомцу — Жозефу Фурье, который вырвался из Египта и вернулся в родную науку. Только республиканец Карно не пожелал служить новой военной хунте. Он ушёл в отставку с поста военного министра и вернулся в родную Сорбонну. Там он ещё 30 лет пре-

подавал Анализ новым поколениям молодёжи, пробуждённой и обнадёженной великой Революцией.

12. Найдите исторические ошибки в тексте.

Школа Платона

В первый день месяца нисан второго года 123 олимпиады учителю Платону исполнилось 60 лет. Теперь он может стать членом афинской герусии и возглавить Академию, которую основал его учитель — Сократ. Давно пора это сделать! Внезапная смерть Сократа внесла разброд в дружину его учеников. Храбрый Ксенофонт покинул Афины и нанялся солдатом в поход царя Агесилая против персов. Хитроумный Аристотель, мечтавший стать преемником Сократа, основал своё независимое училище — Агору. Умница Евклид сделался послушником при храме Аполлона в Александрии: он дал обет молчания до тех пор, пока не записаны все диалоги, которые вёл Сократ со своими учениками. Даже Аристокл — любимый ученик Платона — вознамерился уплыть в Сицилию. . .

Там архонт Дионисий воздвиг храм в память святого Пифагора и намерен открыть при нём школу для юных геометров. Говорят, что у Дионисия подрастает необычайно талантливый внук по имени Архимед. Если так пойдёт дальше — славные Афины превратятся в научное захолустье, как уже случилось со Спартой! Нужно восстановить регулярные занятия геометрией и философией со всеми охочими афинянами: наверняка среди них есть новые Демосфены и Евклиды!

Вот юный Тэетет. Он заинтересовался совсем очевидной вещью: почему в Природе существует бесконечное семейство правильных многоугольников — но только 5 правильных многогранников? Огонь и Вода, Земля и Металл, да ещё живое Дерево — быть может, этой пятёрки хватило богам для синтеза всей природы в пространстве и во времени?

Человек выражает своё понимание этих вещей словами и картинками на бумаге. Эти тексты и рисунки скрывают в себе бесконечное множество смыслов, которые Платон назвал Идеями. Можно ли постичь их все — хотя бы так, как Пифагор постиг целые числа, Евклид — площади и объёмы любых фигур, а Демосфен — движение тел в пространстве?

Пифагор свёл решение любых уравнений к свойствам простых чисел. Евклид изобрёл «метод песчинок», которому одинаково подчиняются куб и шар, эллипс и гипербола. Только свойства «песчинок» в модели Евклида остались не выяснены: каковы их формы, размеры и массы? Без такого знания Демосфен не в силах составить уравнения движений Луны вокруг Земли и Земли вокруг Солнца. Диофант и другие химики тоже не могут угадать свойства атомов, наблюдая добычу металлов из руд или их вытравливание кислотами! Тут нужна помощь философа. . . А такой в Афинах один: сам Платон. Чего он не исполнит — то и не исполнится. Что же делать философу?

Долгие размышления Платона не привели его к окончательному пониманию тайн Природы. Но он сумел связать свойства незримых атомов со свойствами богов, которые проявляются в поступках людей — и потому доступны пониманию

историков и писателей. Так было восстановлено в Элладе единство математического и гуманитарного знания, утраченное полувеком раньше — когда Фалес и Пифагор поссорились, не сумев найти общий язык для описания свойств холодных чисел и жарких страстей человека.

Ответы, решения и комментарии к заданиям конкурса по истории

1. *Кто из российских правителей первым принял один из следующих титулов: король, царь, император, каган? Когда это было?*

Королевский титул первым из русских князей получил от римского папы Иннокентия 4 Даниил Романович Галицкий в 1253 году. Он обещал папе перейти в католицизм, если западные католики устроят крестовый поход против монголов, разоривших Русь. Но этот проект не удался: на западе боялись монголов после поражений 1241 года. Поэтому Даниил отказался от своих обещаний и католиком не стал.

Царём впервые назвался Иван 3 после победы над ханом Ахматом в 1480 году. До того на Руси царями называли только императоров Византии и правителей Золотой Орды. Но Иван 3 был осторожен: царский титул он использовал только в переписке с восточными правителями. В общении с Западом титул «царь» впервые употребил Иван 4 в 1547 году — при своём восшествии на трон.

Первым **императором** Руси назвал себя в 1605 году Дмитрий Самозванец — чтобы подействовать на воображение западных дипломатов и политиков. Но его правление длилось только год — затем он был убит. Следующим императором России объявил себя Пётр 1 после победного мира со Швецией в 1721 году.

Тюркский языческий титул **хакан** приняли два киевских князя — Владимир 1 Креститель и его сын Ярослав 1 Мудрый. Такое право они присвоили после разгрома Хазарии их предком Святославом в 965 году. Прежде киевляне платили дань хакану Хазарии.

2. *«Среди моря Окияна лежит остров Буян, на нем правит царь Салтан». Какие современные государства подходят под это описание? На каких языках там говорят?*

Сейчас (2006 год) существуют два султаната, расположенные на островах: Бахрейн в Персидском заливе и Бруней на острове Калимантан (Борнео) в Индонезии.

Официальный язык Бахрейна — арабский. Широко распространён английский, доминирующий в деловом общении (обязательно преподаётся вторым языком в школах). Также распространены фарси и урду (среди иностранных рабочих).

Официальные языки Брунея — малайский («бахаса») и английский. В стране две равноправные графические системы — латинская и арабская. Также широко распространён китайский язык.

3. *Кто из родичей Ричарда Львиное Сердце участвовал в других крестовых походах (кроме Третьего)? Когда, где, с каким успехом? В каком родстве эти люди были с Ричардом?*

Мать Ричарда — Алиенора Аквитанская — участвовала в молодости (1146 год) во Втором Крестовом походе в Палестину, который завершился неудачей.

Дед Алиеноры — Гильом 9, герцог Аквитани — участвовал в Первом Крестовом походе в 1099 году. Тогда был взят Иерусалим.

Один правнук Алиеноры — английский король Эдвард 1, будучи ещё принцем, отправился в Крестовый поход в Палестину в 1270 году. Без явных успехов он вернулся домой, получив весть о смерти своего отца — Генриха 3.

Прославленный король Франции — Луи 9 Святой — участвовал в двух крестовых походах: в 1248 году в Египет, в 1270 — в Тунис (там король умер). Оба похода были безуспешны. Луи 9 тоже был правнуком Алиеноры — но не через её сына Джона (как Эдвард 1), а через её дочь и тёзку, ставшую королевой Кастилии. Внучка Алиеноры — Бланка — стала королевой Франции и матерью Луи 9.

4. *Как зовут нынешнего римского папу? В честь кого он выбрал себе тронное имя? Какие заслуги отличили его первого носителя?*

Нынешний папа Бенедикт 16 родом из Австрии, по фамилии Радцигер. Он выбрал себе тронное имя в честь св. Бенедикта — монаха, основавшего в 6 веке (около 530 года) монастырь Монте-Кассино, первый в Италии и во всей Западной Европе.

5. *В 1937 году Италия по приказу Муссолини пышно отметила круглую годовщину некоего исторического события. О каком событии шла речь? Какое отношение к нему имел Муссолини?*

В августе 1937 года исполнилось 2000 лет со дня рождения римского императора — Октавиана Августа, основателя Римской Империи. Бенито Муссолини мечтал повторить дело Августа и тоже основать тысячелетнюю монархию в Италии. Но его правление длилось только 20 лет.

6. *В 88 году до н. э. римская армия впервые взяла штурмом Рим. В 1169 году русская армия впервые взяла штурмом Киев. Что общего и какие различия можно заметить в этих событиях? Назовите их главных героев и «антигероев». Известны ли вам сходные события в истории других стран?*

Римских солдат на штурм Рима повёл Луций Корнелий Сулла — полководец, желавший стать покорителем Востока, но отстранённый сенаторами от командования войском против царя Митридата 6 Евпатора — властителя Малой Азии. В итоге Сулла разгромил Митридата, обогатил себя и своих солдат и с ними установил диктатуру над Италией, длившуюся до естественной смерти Суллы.

Русскую армию из Владимира на Киев отправил 1169 году князь Андрей Юрьевич Боголюбский, также желавший стать диктатором всех русских земель. Власть в Киеве тогда держали местные бояре во главе с митрополитом. Они хотели посадить на престол не властного Андрея, а черниговского или смоленского князя.

В итоге похода 1169 года Андрей посадил в Киеве своего брата Глеба — а сам правил большей частью Руси (кроме Новгорода, Галича, Смоленска и Чернигова) до своей насильственной смерти в 1174 году.

7. *Перечислите знаменитых людей, поклонявшихся богу Кецалькоатлю. Какие их дела вошли в историю? Когда они жили?*

Кецалькоатль (Пернатый Змей) — бог ацтеков, почитаемый в их столице — Теночтитлане — до разгрома этого царства испанцами в 1521 году.

Виднейшие правители ацтеков:

Ицкоатль (Обсидиановый Змей) — основатель державы ацтеков в 15 веке.

Мотекухсома 2 (Гневный, как Бог) — последний правитель ацтеков, побеждённый Кортесом и погибший при штурме Теночтитлана.

Кваутемок (Пикирующий Орёл) — племянник и наследник Мотекухсомы. Он возглавил сопротивление ацтеков после смерти Монтесумы и был повешен Кортесом в 1524 году.

8. *Назовите нескольких человек, знакомых с императором Карлом 5 и повлиявших на некоторые его поступки. Чем прославились эти люди?*

8.1. Сын Карла 5 — Филипп 2, которому император завещал испанскую корону. Всю жизнь (до 1598 года) Филипп старался сохранить контроль над Нидерландами — но потерял северную часть этой богатейшей провинции (Голландию), вследствие местной революции, которую сам же спровоцировал.

8.2. Виллем 1 Оранский — герцог Лихтенштейна, воспитанник Карла 5, которого тот хотел сделать наместником Нидерландов. Но Филипп 2 невзлюбил Виллема — и вынудил его перейти на сторону народной революции, которую Виллем довёл до победы, хотя сам погиб от пули убийцы (1584).

8.3. Отец Карла 5 — Филипп Габсбург, герцог Нидерландов, которые он унаследовал от деда — Карла Отважного, знаменитого герцога Бургундии (погибшего в 1477 году).

8.4. Дед и бабка Карла 5 — король Фернандо Арагонский и королева Изабелла Кастильская, основатели королевства Испании в 1472 году.

8.5. Мать Карла 5 — Хуана (Безумная), принцесса Испании, дочь Изабеллы и Фердинанда.

8.6. Франсиско Хименес де Сиснерос — кардинал, глава церкви Испании и её правитель в юные годы Карла 5. У него Карл учился политике и нравам испанского народа, которых от рождения не знал (ибо вырос в Брюсселе).

8.7. Андреа Везалий — придворный врач Карла 5. Он составил первый Атлас Анатомии Человека (1542) с помощью Тицана — придворного художника Карла 5.

8.8. Франсиско Альварес де Толедо, герцог Альба — виднейший полководец Карла 5 и его сына Филиппа 2. Он успешно воевал против Франции, но безуспешно — против восставших Нидерландов.

8.9. Франциск 1 — король Франции, противник Карла 5. Он был побеждён и взят в плен испанцами при Павии (1525).

8.10. Фердинанд 1 — брат Карла 5, которому по завещанию (и с согласия немецкой знати) достался императорский титул при отречении Карла в 1556 году.

8.11. Эрнандо Кортес — испанский дворянин, завоеватель Мексики.

8.12. Франсиско Писарро — испанский простолюдин, завоеватель Перу.

9. *Представители каких народов носили титул «Цезарь» в разные века? Приведите примеры таких деятелей и их достижений.*

Титул «Цезарь» носили все римские и византийские императоры, а также все германские императоры Священной Римской империи (у них этот титул звучал «кайзер»). Среди этих императоров были не только римляне, греки и немцы, но также испанцы, мавры, армяне, франки, и даже один англичанин (в 13 веке). Русские цари также приняли свой титул от имени Цезаря.

10. *Что старше: самый старый памятник живой природы на территории Москвы, или самое старое произведение искусства, возвышающееся в Москве? Назовите эти памятники и оцените их возраст.*

(Вместо Москвы вы можете рассмотреть другой знакомый вам древний город — например, ваш родной город или столицу вашей страны; не забудьте указать, про какой именно город вы написали).

Старейшее сохранившееся здание в Москве — храм Спаса в Андрониковом монастыре — построен в начале 15 века.

Старейшая статуя в Москве — половецкое надгробие 12 века («каменная баба»), стоит на территории музея «Коломенское».

Старейшие деревья на территории Москвы — дубы в заповеднике «Коломенское». Они растут с 14 века.

11. *Найдите исторические ошибки в тексте.*

Для удобства текст приводится ещё раз. Места в тексте, в которых сделаны ошибки, отмечены номерами, соответствующими номерам в последующем списке ошибок и комментариев.

Французская революция

Девятого Вандемьера Шестого года Республики[1] первый консул Огюстен[1] Робеспьер получил тревожную весть из Лиона. Тамошний наместник[3] — Шарль Кулон[2] раскрыл заговор роялистов, готовых передать город в руки англичан! Их эскадра под командой Нельсона[4] давно блокирует гавань Лиона[4]; теперь этот важный порт может перейти в руки врагов Отечества! Тут нужны крутые меры — но у храброго Кулона почти нет войск... Лучшие силы Республики бьются на востоке — в Альпах — с армией генерала Суворова[5]. Как доставить в Лион нужные подкрепления? Кто может возглавить эту армию?

Гош[6] и Бонапарт[7] едва удерживают фронт на севере — против хитрого Карла, эрцгерцога Пруссии[8]. Невезучий Дюмурье[9,21] со своим корпусом застрял в Египте[10]. Моро[14] и Клебер[10] успешно сражаются с Веллингтоном в Испании[11]: они могут выделить пару дивизий для подавления мятежа в Лионе. Но англичане властвуют на море с тех пор, как Нельсон разгромил бездарного Сюфрена[13] в бухте Трафальгар[12]. Неужели придётся вести испанские дивизии в Лион по суше — как Ганнибал вёл своих слонов против Рима? Нет, этот путь слишком долог: испанцы не успеют!

А что у нас есть в Париже? Курсанты Нормальной и Политехнической школ[15] всегда готовы в бой; хитрец Фуше найдёт необходимое количество ружей и патронов. Но он не годен в командиры: ведь академики[17] считают его убийцей

Лавуазье[16], а якобинцы не забыли, как Фуше голосовал против казни короля[16]! Нет, сейчас нужен генерал с безупречной репутацией патриота, со славой ярких побед. Где такого найти, кроме фронта? Не в тюрьме[6] же искать!

А почему не в тюрьме? В Бастилии[18] можно найти кого угодно: от храброго пьяницы до ловкого вора! Пусть комиссар Фуше просеет эту публику сквозь сито необходимости: авось, там сыщется второй Бонапарт![7]

Тихий умник Фуше, недолго думая, спросил старого профессора Монжа: кто из его учеников сейчас прозябает в немилости грозного Робеспьера? Монж сразу назвал удобное имя: Пьер Даву[19]! Он подавил мятеж в Тулоне, разбил генерала Блюхера[20] у Вальми[21] — но приказал расстрелять за трусость кого-то из клиентов Робеспьера, и за это попал в Бастилию[18]. Надо дать ему шанс!

Так Пьер Луи Даву[19] вновь вынырнул на поверхность революционного моря. Он быстро и жестоко расправился с мятежниками Лиона[16] — а потом повернул войска на Париж[22], объявив свирепого Робеспьера врагом Отечества. Эту авантюру поддержали командиры Рейнской армии: Ланн, Журдан, Бонапарт. Соединённые войска мятежников заняли Париж, не проливая крови[22]. Санкюлоты[23] не забыли расправу Робеспьера над их любимцем Дантоном[23]!

Изумлённый Конвент во главе с беспринципным Мирабо[24] признал побеждённого Робеспьера тираном; вскоре его голова упала под гильотину. Генералы-победители[25] образовали новое правительство — Директорию[25]. Фуше стал комиссаром[26] внутренних дел, а Монж был назначен президентом Академии Наук[27]. Пост ректора Нормальной школы достался её первому питомцу — Жозефу Фурье[28], который вырвался из Египта и вернулся в родную науку. Только республиканец Карно[29] не пожелал служить новой военной хунте[31]. Он ушёл в отставку с поста военного министра и вернулся в родную Сорбонну[30]. Там он ещё 30 лет преподавал Анализ новым поколениям молодёжи, пробуждённой и обнадёженной великой Революцией.

Список ошибок и комментарии к тексту «Французская революция».

1. Шестой год Республики — это 1799 год, когда братьев Робеспьеров — Максимилиан Робеспьер (1758–1794) и Огюстен Робеспьер (1763–1794) — давно не было в живых. Верная дата описываемых событий — лето 1794 года. Старший брат — Максимилиан Робеспьер — никогда не принимал титул «консул».

2. Кулон — фамилия знаменитого физика этой эпохи. Сподвижника Робеспьера звали Жорж Кутон.

3. Кутон был инвалид (парализованы ноги), он не мог покидать Париж.

4. Лион — не приморский город, он стоит в глубине Франции. Английская эскадра блокировала военную гавань Тулон (близ Марселя), командовал ею не Нельсон.

5. В 1794 году русские войска ещё не участвовали в борьбе роялистов Европы против Французской революции. Суворов появился в Австрии в 1798 году.

6. Генерал Гош в это время сидел в тюрьме; свободу ему принесло свержение якобинского режима Робеспьера.

7. Артиллерийский офицер Бонапарт только что прославился (вместе с братом Максимилиана Робеспьера — Огюстеном) захватом крепости Тулон у роялистов. Но генералом он ещё не был, в Париже его почти никто не знал.

8. Эрцгерцог Карл Габсбург был членом императорского дома Австрии — а не Пруссии.

9. Генерал Дюмурье в 1793 году сдался пруссакам, избежав ареста и казни от якобинцев за попытку государственного переворота.

10. Французское вторжение в Египет началось только в 1798 году. Клебер «застрял» там и погиб от руки фанатика — после бегства Бонопарта в 1799 году.

11. Английский герцог Веллингтон воевал в Испании с французами много позже — после захвата власти Бонапартом.

12. Трафальгар — не бухта, а мыс в Испании. Морская битва там произошла в 1805 году.

13. Сюфрен — французский адмирал 18 века. При Трафальгаре Нельсон разбил эскадру Вильнёва.

14. Генералы Моро и Клебер в 1794 году сражались с пруссаками и австрийцами на Рейне.

15. Нормальная и Политехническая школы были основаны после свержения Робеспьера — осенью 1794 и 1795 годов. Это не были военные школы.

16. Фуше возглавил разрушение восставшего Лиона в 1793 году — но не участвовал в суде над Лавуазье весной 1794 года. Ранее он голосовал за казнь короля Луи 16.

17. Академия Наук Франции была распущена якобинцами в 1793 году за «роялизм». После этого академики не имели авторитета в глазах Робеспьера.

18. Бастилия была разрушена санкюлотами ещё в 1789 году.

19. Будущий маршал Даву тогда был отставным лейтенантом: его уволили из армии за родство с аристократами. Его звали Луи Никола — а не Пьер Луи.

20. Прусский офицер Блюхер стал генералом только в 19 веке и прославился в войне 1813–1815 годов.

21. Битву у Вальми (1792) выиграл генерал Дюмурье.

22. Никому из генералов революции не удавалось направить войска на Париж, пока там правили якобинцы. Бонапарт сверг таким путём неудачливую Директорию только в 1799 году.

23. Санкюлоты (парижские бедняки) не любили Дантона за его корыстолюбие. Их вождями были Эбер и Шомет, также казнённые Робеспьером.

24. Граф-революционер Мирабо умер ещё в 1791 году.

25. Директорию образовали не генералы, а штатские политики: Барер, Баррас, Тальен и другие.

26. Члены Директориии сразу выгнали Фуше в отставку, как неудобного «террориста». Министром внутренних дел он стал при Наполеоне — после того, как помог ему свергнуть Директорию.

27. Академик Монж никогда не был президентом Академии Наук: когда победители Робеспьера восстановили её (1795), республиканца Монжа сочли «слишком левым».

28. Жозеф Фурье (будущий академик, открыватель рядов Фурье) был простым инженером до того, как академики включили его в состав египетской экспедиции Бонапарта (1798).

29. Республиканец Лазар Карно сохранил свой пост начальника Генерального Штаба после свержения Робеспьера — как особо нужный специалист. Он ушёл в отставку, лишь когда консул Бонапарт объявил себя императором (1804).

30. «Родными» для Карно были только основанные им Нормальная и Политехническая школы — а не университет (Сорбонна), где не жаловали революционеров.

31. Испанский термин «хунта» никогда не употреблялся во Франции.

12. *Найдите исторические ошибки в тексте.*

Для удобства текст приводится ещё раз. Места в тексте, в которых сделаны ошибки, отмечены номерами, соответствующими номерам в последующем списке ошибок и комментариев.

Школа Платона

В первый день месяца нисан[1] второго года 123 олимпиады[2] учителю Платону исполнилось 60 лет[3]. Теперь он может стать членом афинской герусии[4] и возглавить Академию, которую основал его учитель — Сократ. Давно пора это сделать! Внезапная смерть Сократа внесла разброд в дружину его учеников. Храбрый Ксенофонт[5] покинул Афины и нанялся солдатом в поход царя Агесилая[5] против персов. Хитроумный Аристотель[6], мечтавший стать преемником Сократа[6], основал своё независимое училище — Агору[7]. Умница Евклид[8] сделался послушником при храме Аполлона в Александрии[8]: он дал обет молчания до тех пор, пока не записаны все диалоги, которые вёл Сократ со своими учениками. Даже Аристокл[9] — любимый ученик Платона — вознамерился уплыть в Сицилию[10]...

Там архонт Дионисий[11] воздвиг храм в память святого Пифагора[12] и намерен открыть при нём школу для юных геометров. Говорят, что у Дионисия подрастает необычайно талантливый внук по имени Архимед[13]. Если так пойдёт дальше — славные Афины превратятся в научное захолустье[15], как уже случилось со Спартой[14]! Нужно восстановить регулярные занятия[17] геометрией и философией со всеми охочими афинянами: наверняка среди них есть новые Демосфены[18] и Евклиды[8]!

Вот юный Тэетет. Он заинтересовался совсем очевидной вещью: почему в Природе существует бесконечное семейство правильных многоугольников — но только 5 правильных многогранников? Огонь и Вода, Земля и Металл, да ещё живое Дерево[19] — быть может, этой пятёрки[19] хватило богам для синтеза всей природы в пространстве и во времени?

Человек выражает своё понимание этих вещей словами и картинками на бумаге. Эти тексты и рисунки скрывают в себе бесконечное множество смыс-

лов, которые Платон назвал Идеями. Можно ли постичь их все — хотя бы так, как Пифагор постиг целые числа, Евклид — площади и объёмы любых фигур, а Демосфен[18] — движение тел в пространстве?

Пифагор свёл решение любых уравнений[20] к свойствам простых чисел. Евклид изобрёл «метод песчинок»[21], которому одинаково подчиняются куб и шар, эллипс и гипербола. Только свойства «песчинок» в модели Евклида остались не выяснены: каковы их формы, размеры и массы[21]? Без такого знания Демосфен не в силах составить уравнения движений Луны[20] вокруг Земли и Земли вокруг Солнца. Диофант и другие химики[22] тоже не могут угадать свойства атомов[23], наблюдая добычу металлов из руд или их вытравливание кислотами[24]! Тут нужна помощь философа... А такой в Афинах один: сам Платон[25]. Чего он не исполнит — то и не исполнится. Что же делать философу?

Долгие размышления Платона не привели его к окончательному пониманию тайн Природы. Но он сумел связать свойства незримых атомов[26] со свойствами богов[27], которые проявляются в поступках людей — и потому доступны пониманию историков и писателей. Так было восстановлено в Элладе единство математического и гуманитарного знания[29], утраченное полувеком раньше — когда Фалес и Пифагор поссорились[28], не сумев найти общий язык для описания свойств холодных чисел и жарких страстей человека.

Список ошибок и комментарии к тексту «Школа Платона».

1. Нисан — имя месяца в вавилонском, а не греческом календаре.

2. 60 лет Платону исполнилось в 367 году до н. э. Второй год 123 Олимпиады — это 376 год до н. э.

3. Платон (а не Сократ!) основал Академию в Афинах в 387 году до н. э.

4. В 4 веке до н. э. в Афинах уже не было герусии (совета старейшин). Она тогда сохранялась только в Спарте.

5. К 367 году ставший историком Ксенофонт давно умер; против персов он воевал в 401 году — ещё при жизни Сократа, задолго до походов спартанского царя Агесилая.

6. В момент смерти Сократа (399 год до н. э.) Аристотель ещё не родился. В 367 году до н. э. он только что прибыл в Афины и стал учеником Платона.

7. Агора́ — главная площадь в Афинах. Школа Аристотеля, возникшая в 330-е годы, носила имя Лицей.

8. Евклид родился после смерти Платона; он никогда не был жрецом или послушником в храме Аполлона. В Александрию он уехал около 300 года до н. э. — когда царь Птолемей 1 Сотер основал там Музей (Академию Наук).

9. Аристокл — изначальное имя самого Платона. Прозвище Платон (Широкоплечий) он получил от Сократа.

10. Платон впервые побывал на Сицилии вскоре после смерти Сократа — в 390-е годы, когда он искал в греческом мире наиболее справедливое государство, но не нашёл такого.

11. Дионисий был в Сиракузах не архонтом (выборным правителем), а тираном: он захватил власть путём военного переворота.

12. Нигде в Греции не было храмов в честь Пифагора — хотя его ученики и их ученики в течение многих поколений считали его пророком научной религии.

13. Архимед был далёким потомком тирана Дионисия: он родился примерно через 70 лет после смерти Платона.

14. Спарта всегда была в Греции оплотом «старого, неутончённого» образа жизни. Наукой там никто не интересовался.

15. Афины не превращались в «научное захолустье» до 6 века н. э., когда христианский император Юстиниан прекратил финансировать местную Академию, а её учёным предложил стать монахами.

16. Упадок научной репутации Афин начался около 300 года до н. э — когда в Александрии Египетской возник Музей, где учёным хорошо платили за научную работу.

17. Регулярные занятия наукой и философией в Афинах происходили непрерывно со времён Анаксагора и Перикла (около 450 года до н. э.) до 6 века н. э., когда христианские богословы утеснили «языческих философов».

18. Демосфен был знаменитый политический оратор — но наукой и философией он не интересовался. Его известность в Афинах началась после 367 года.

19. Перечисленные 5 стихий Природы взяты из китайской, а не греческой картины Мира. У эллинов были 4 стихии: Земля, Вода, Воздух, Огонь.

20. Пифагор не занимался решением уравнений, поскольку не умел их записать: эллины не знали ни специальных цифр, ни формул. Числа Пифагор изучал, как особые объекты Природы — наравне с небесными светилами.

21. «Метод песчинок» открыл Евдокс (при выводе формулы объёма пирамиды) и довёл до совершенства Архимед. Но ни тот, ни другой не сопоставляли свои воображаемые «песчинки» с «атомами» Демокрита: для геометров «песчинки» были просто новым методом геометрических расчётов, наравне с камешками абака.

22. Диофант жил много позже Платона и даже Архимеда — в 3 веке н. э. Он не был химиком, а только изучал арифметические свойства целых чисел (в том числе — отрицательных).

23. Геометрические свойства атомов начал изучать Демокрит — видимо, ровесник Сократа. Но ни одну из своих геометрических гипотез об атомах Демокрит не сумел проверить в эксперименте.

24. Эллины не имели представления о других кислотах, кроме уксуса, и не пользовались кислотами, добывая металлы. Первые химики в Элладе появились лишь после начала н. э. Так, во 2 веке Зосима в Александрии составил первое руководство по химии (египетскому искусству превращения веществ друг в друга).

25. В эпоху Платона в Афинах было много философов, не согласных друг с другом.

26. Платон не принял всерьёз гипотезу Демокрита об атомах; для него Идеи оставались гуманитарным понятием, не допускающим геометрического измере-

ния или арифметического расчёта; возможны только логические операции над ними.

27. Связь Богов с Идеями была для Платона великой тайной. О связи Богов с Атомами в Элладе не думал ни один мудрец — даже Демокрит.

28. Фалес и Пифагор никогда не встречались и не ссорились. Пифагор был ещё юношей, когда умер Фалес (до 560 года до н. э.)

29. Разделение гуманитарного и математического знания в Элладе началось благодаря трудам Аристотеля — после смерти Платона. Воссоединение этих двух ветвей знания в Элладе *не* произошло — в отличие от Китая, где они никогда не разлучались.

Обзор результатов

Самой популярной стала задача № 1 — на вид, самая лёгкая. Кто же не знает, что первым в России венчался на царство Иван 4, а первым императором объявил себя Пётр 1 — после победного окончания войны со Швецией? Так многие юные историки заработали по 2 очка на этой задаче — не угадав, что могли бы заработать вчетверо больше, при достаточном усердии и хитроумии!

Ведь Пётр 1 не был первым «западником» на русском троне. Веком раньше в Москве недолго правил первый Самозванец Дмитрий — пришлый из Польши, понимавший всю важность громких западных титулов. Именно он в 1605 году начал именовать себя «Императором Российским» — законным преемником Византии в Восточной Европе. Увы, политическая небрежность Самозванца подорвала его популярность за один год. Он был свергнут и убит боярами — а имперская мечта повисла в воздухе до появления крепкой головы Петра Романова.

Ещё интереснее судьба царского титула. Официально его принял Иван 4; неофициально — его дед Иван 3, после сокрушения им Золотой Орды в 1480 году. Мудрый Иван 3 понимал, что он перенял у хана Ахмата титул, от века принадлежавший кесарям Византии. Их наследие Иван 3 присвоил после женитьбы на Софье Палеолог — племяннице последнего венчанного кесаря. Но в течение 200 лет перед этим шагом Ивана 3 на Руси словом «царь» величали только верховных правителей Орды: от Батыя до Мамая, и далее. Вот вам 3 равноправных кандидата в «первые цари»: один Батый и два Ивана!

Титул «каган» ещё более коварен. Он пришёл из Степи — но не от Чингиза (который не успел дотянуться до Руси) и не от Батыя, который не принимал этот титул, чтобы не обидеть своих восточных братьев в Каракоруме. Титул «каган» пришёл к нам из Хазарии, которую в 965 году разгромил князь Святослав. Именно он первый обрёл звание «хакан-рус», которое его потомки сохраняли в течение 4 поколений. Владимир Креститель, Ярослав Мудрый, Святослав Черниговский и его сын — Олег Святославич (которого именуют «каганом» в «Слове о полку Игореве»; дед главного героя).

Хорошо, что не менее трёх школьников запомнили эту литературную ссылку, а десяток других прямо угадали титул Святослава по его военным делам.

Королевский титул не сыграл в истории России заметной роли. Только в середине 13 века — когда Владимирская Русь была сокрушена монголами, владетель

Южной Руси — Даниил Галицкий, прямой потомок Владимира Мономаха — получил от папы Иннокентия 4 королевскую корону, обещав участие в общеевропейском крестовом походе против Орды. Но католические рыцари (уже битые монголами) тогда оробели. Поход не состоялся, Даниил стал вассалом Батыя и спрятал корону в долгий ящик.

Наилучший результат по этой задаче: 6 очков из 8 возможных — получила Александра Коневская из гимназии Сергиева Посада. Молодцы, сергиевцы! Не давайте спуску удалым москвичам!

Зато москвичи отличились в задаче 10: о старейших памятниках искусства и живой природы на родной земле. Многие вспомнили, что старейшие живые деревья здесь — дубы в Коломенском — родились ещё в 14 веке (эта дата установлена дендрохронологами). Но мало кто сообразил, что старше этих дубов икона Владимирской богоматери (начало 12 века), а ещё намного старше — любой каменный топор в Историческом музее! Неужели Искусство старше, чем Жизнь?

Нет, конечно. Более десятка школьников сообразили, что возраст Москвы-реки (или Невы) с её биоценозом измеряется десятками тысяч лет — наравне с каменными топорами. Но только хитроумные братья Павлоцкие из лицея 7 города Фрязино нашли гениально простое решение проблемы. В любом краеведческом музее есть ископаемые раковины моллюсков каменноугольного периода: им более 300 миллионов лет! Далее: из таких раковин (мелких и спрессованных) состоит известняк в стенах старейших храмов Москвы и иных городов. Этим храмам до 700 лет — а известняк в 500 раз старше!

Вот что такое «каменная летопись Земли»...

Всё это — победы матёрых 10- или 11-классников. А что под силу самым юным участникам Турнира — например, Семёну Фридману из 4 класса 26 школы? Он неплохо знает средневековую Европу — достаточно, чтобы в задаче № 3 угадать и доказать родство (вернее, свойство) между Ричардом Львиное Сердце и его партнёром-соперником Филиппом 2 Французским. Ибо мать Ричарда — Алиенора Аквитанская (сама — участница 2 Крестового похода) родила сына лишь во втором браке. В первом браке она была замужем за Луи 7 — королём Франции, который после развода вступил в новый брак и стал отцом будущего Филиппа Августа. Следующим и самым знаменитым крестоносцем в этой семье Капетингов стал Луи 9 Святой — прямой внук Филиппа Августа и правнук Алиеноры через свою мать — Бланку Кастильскую.

Такие генеалогические глубины малышам, конечно, недоступны — как и точное написание имён индейских царей, поклонявшихся богу Кецалькоатлю. Сёмен Фридман изящно перепутал и смешал в задаче № 7 имена Монтесумы, его отца Ашаякатля и наследника Монтесумы — героя Кваутемока, казнённого Кортесом. Но старшие коллеги юного Семёна — такие, как математик Сергей Засухин из школы 57 или Глеб Иванов из школы 1741 — вспомнили до 4 разных царей древней Мексики. Этим удальцам впору не только решать, но и составлять задачи для будущих турниров Ломоносова!

Например, задача № 6 — о первом разорении Рима и Киева своими же войсками. Большинство удачников блеснули своей памятью: даже 8-классники вспомнили, что Рим штурмовал Сулла, а защищали его сподвижники Мария и Цин-

ны. Другие школяры помнят Андрея Боголюбского, пославшего суздальскую рать на Киев, где был якобы отравлен его отец. Но мало кто догадался сравнить *последующую* судьбу обеих столиц: неуклонный взлёт Рима после Суллы и неуклонный упадок Киева в раздорах северных, западных и южных князей 12–13 веков. Лучше всего это сопоставление провёл Матвей Пирогов из 57 школы. Андрей взял Киев *не* для того, чтобы в нём жить; Киев перестал быть столицей Руси, её главою стал князь Владимирский. Напротив — для Суллы и Мария, Цезаря и Помпея Рим оставался единственно возможной столицей государства, центром Средиземноморской ойкумены. Оттого и грабежа повального в Риме свирепый Сулла не допустил. . .

Одноклассница Матвея — Анна Демченко блеснула в задаче 9 — о многообразных национальностях носителей титула «Цезарь» в разные века. Ведь хозяевами Римской державы бывали не только италики: случались на престоле сирийцы и арабы, галлы и даже финикийцы (как Септимий Север)! Ещё пестрее был перечень владык Византии или Священной Римской империи. В Царьграде правили греки и армяне, исавры и славяне, а на Западе — франки и саксы, швабы и чехи, австрийцы и даже один англичанин! Многих из них Анна угадала, получив в этой задаче наибольшее число очков — 6.

Более скромным был успех Ани Демченко в задаче № 8 — о персонах, влиявших на императора Карла 5 в середине 16 века. Из их огромного множества Аня выбрала трёх наследников власти: короля Филиппа 2 Испанского (сына Карла), его брата Фердинанда (ему досталась Империя) и римского папу Климента 7. Тут Аня забыла назвать любимого воспитанника Карла 5 — принца Вильгельма Оранского из Лихтенштейна, который стал первым президентом Республики Нидерландов.

Напротив, одноклассник Ани — Роман Бондаренко вспомнил юность Карла 5: тогда на него сильнее прочих повлияли папа Лев 10 (Медичи) и монах-еретик Мартин Лютер. Семиклассник Володя Заславский из школы 919 обратил внимание на войны Карла 5 и назвал его главных соперников: короля Франциска 1 (взятого в плен при Павии в 1525 году) и султана Сулеймана Великолепного (который не сумел захватить Вену в 1529 году), а также греко-турецкого пирата Хайрэддина Барбароссу. Наконец, любители искусств назвали двух виднейших художников из окружения Карла: немца Альбрехта Дюрера и итальянца Тициана Вечельо. А ещё были стратеги Эгмонт и Альба, конкистадоры Кортес и Писарро, врач-анатом Андреа Везалий. . . Ясно, что описать всё окружение императора Карла 5 под силу лишь большой дружине ломоносовцев 21 века!

Гораздо легче, казалось бы, найти в задаче № 2 современную резиденцию царя Салтана — то есть, султанат на тропическом острове, сохранившийся до наших дней. Таких уголков на Земле осталось только два: Бахрейн в Персидском заливе (где говорят по-арабски) и Бруней в Индонезии (где говорят по-малайски). Но угадать обе эти точки смогли немногие — вроде Александра Головачёва из школы «Интеллектуал». Саша вообще эрудит: в тексте о Робеспьере он верно нашёл 19 фактических ошибок. Чуть больше него (23 ошибки) выловили Сергей Засухин и Глеб Иванов. Но всех превзошёл Станислав Павлов из школы 297: он набрал 32 очка в задаче № 11! Понятно, что на поиск ошибок в «Школе Платона» Станиславу не хватило сил. Здесь отличилась Даша Смирнова из

«Лиги школ» (1199), у неё 24 очка в задаче № 12, больше не набрал никто.

А что же «проклятая» задача № 5 — о юбилее, который итальянцы отмечали в 1937 году? Тут никто не добился полного успеха — хотя отдельные хитрецы поняли, что искомое событие произошло в Риме в 63 году до н. э. Но что это было? Круглая дата — семь веков от Основания Рима — ещё не наступила. Юлий Цезарь тогда был ещё мало известен (хотя был уже пре́тором). Неугомонный Катилина (во многом похожий на Муссолини) в тот год погиб в неудачной попытке возглавить Рим... Не мог же Муссолини праздновать гибель своего предшественника — и триумф болтуна Цицерона, остановившего Катилину! Конечно, не мог. Но в восьмом месяце того года племянница Цезаря родила мальчика, названного Гай Октавий — будущего императора Октавиана Августа, имя которого стало именем месяца в римском календаре! Бенито Муссолини считал себя продолжателем дела Августа через 2000 лет — и мечтал о столь же долгом успешном правлении над Италией. Получилось иначе — как с древним аналогом Муссолини, по имени Катилина. Только храбрости у фашиста 20 века оказалось поменьше, чем у фашиста римской поры: погибнуть в бою Муссолини не сумел, даже будучи отвергнут большинством своего народа...

КОНКУРС ПО АСТРОНОМИИ И НАУКАМ О ЗЕМЛЕ

Вопросы

Уважаемые участники конкурса! Из предложенных 6 заданий мы рекомендуем выбрать самые интересные и ответить на них (школьникам 8 класса и младше рекомендуется 1–2 вопроса, школьникам старших классов — 2 или 3).

В каждом задании первый абзац — это основной вопрос. Остальные — дополнительные вопросы (рекомендуем учесть их при выполнении основного задания, и ответить на те, которые вам больше понравятся).

При подведении итогов конкурса будет учитываться полнота правильных ответов (в сумме по всем заданиям), а также класс, в котором вы учитесь.

1. Некий молодой корреспондент свой первый очерк начал словами: «Ночь над Нью-Йорком. Небо полно незнакомых звёзд». Так ли это (действительно ли в небе над Нью-Йорком много «незнакомых» звёзд, которые не могут увидеть москвичи или жители вашего города)? Где мы можем увидеть «незнакомые» звёзды?

Сколько звёзд на нашем небе? Увеличивается или уменьшается со временем их число? Как выглядит звёздное небо на других планетах? Отличаются звёзды в других галактиках от «наших» звёзд?

2. Можно ли, глядя на Луну, сказать (или даже точно указать), где находится сейчас Солнце?

На сколько месяц может «кланяться» (вправо–влево)? Может ли Луна выглядеть тонким месяцем рогами вниз? Нередко после восхода Луны около её первой четверти можно видеть, что выпуклость месяца смотрит значительно выше солнца, которое ещё не скрылось за горизонтом. Может быть, в этом

случае мы видим «искривление» лучей Солнца? Всем прекрасно известны расходящиеся лучи солнца. А можно ли видеть сходящиеся лучи Солнца?

3. Какие Вы знаете самые крупные планетарные формы рельефа? Как они образовались?

Какие горы (и даже целые горные системы) мы не видим? Какое наиболее впечатляющее «столкновение» материков произошло на нашей планете, и какие это имело последствия? Какие материки могут столкнуться в «обозримом» будущем? Какие Вы знаете «мосты» между материками? Какие из них существовали прежде, но исчезли? Почему Тихий океан окружён «огненным кольцом» вулканов? Где находится крупнейший каньон, и как он образовался?

4. В кинокомедии «Волга-Волга» (1938 год) звучит шуточная песенка: «Америка России подарила пароход: две трубы, колёса сзади и ужасно, и ужасно, и ужасно тихий ход». Между тем, широко известны гонки(!) таких пароходов на реке Миссисипи. А почему эти пароходы колёсные? Почему у них такая необычная конструкция: колёса сзади?

На этих пароходах лоцманы также часто произносили фразу: «Mark 20». Почему 20, и зачем они это повторяли? Какое это получило отражение в мировой литературе? Какие аналогичные технологии применяются в судоходстве России?

5. В Чёрном море с глубин около 130 м и до дна находится слой сероводорода (концентрированный раствор сероводорода в морской воде). Почему он образовался?

Почему такого не наблюдается в других морях? Какие Вы знаете ещё «слоёные» моря?

6. Чем отличается дождь от грозы?

Дождь вызывает молнию или молния дождь? Почему молния имеет такую извилистую форму? Почему бывают многократные молнии? Куда они бьют? Как правильно защищаться от поражения молнией? Почему гром гремит раскатами и от чего зависит его продолжительность?

Почему в 16 часов всемирного времени на Земле в 2 раза больше гроз, чем в 04 часа? Почему зимой гроз не бывает?

Из песни: «В ночь перед бурею на мачтах горят святого Эльма свечки» — что это за явление?

Ответы и комментарии к вопросам конкурса по астрономии и наукам о Земле

1. *Некий молодой корреспондент свой первый очерк начал словами: «Ночь над Нью-Йорком. Небо полно незнакомых звёзд». Так ли это (действительно ли в небе над Нью-Йорком много «незнакомых» звёзд, которые не могут увидеть москвичи или жители вашего города)?*

Поскольку Земля вращается вокруг своей оси, видимость звёздного неба определяется **широтой** места расположения наблюдателя. Для **всех** долгот средних широт северного полушария Земли видны одни и те же звёзды северного неба, просто с разницей по времени, равной разнице часовых поясов.

◊ Замечание: в разные сезоны года видны различные участки звёздного неба по прямому восхождению (условное деление на весенние и осенние созвездия), что определяется положением Солнца на эклиптике. Однако и при этом вид звёздного неба на разных долготах Земли одинаков.

Где мы можем увидеть «незнакомые» звёзды?

Вид звёздного неба изменяется с изменением широты наблюдателя (при перемещении на юг). «Незнакомые» звёзды (не восходящие на средних широтах северного полушария), мы можем увидеть, находясь в Южном полушарии. Формально с экватора можно наблюдать **все** звёзды (полную сферу). В Южном полушарии Земли часть звёзд около Северного полюса мира перестанет быть видна (например, Полярная звезда).

◊ Совсем «незнакомые» звёзды мы можем увидеть, если только удалимся от Солнечной системы на расстояния, намного большие типичных межзвёздных расстояний.

Сколько звёзд на нашем небе?

Число «видимых» звёзд сильно зависит от условий атмосферы и освещённости данной местности. В больших городах из-за смога и обилия фонарей, как правило, видны только некоторые наиболее яркие звёзды.

◊ В условиях идеально чистой и тёмной земной атмосферы число звёзд, наблюдаемых человеком с нормальным зрением, оценивается от 4000 до 6000 звёзд по всему небу.

При наблюдении в телескоп по мере увеличения площади собирающего зеркала телескопа число звёзд, доступных наблюдению, растёт экспоненциально.

Однако, можно указать верхний предел — это оценка полного числа звёзд в нашей Галактике, — около 200 миллиардов или $2 \cdot 10^{11}$ звёзд.

В принципе, отдельные наиболее яркие звёзды наблюдаются и в других галактиках, например, в Туманности Андромеды.

Увеличивается или уменьшается со временем их число?

Один из процессов, изменяющих число звёзд на нашем небе — собственные движения звёзд. Поскольку звёзды перемещаются в Галактике, по-разному участвуя в её вращении, одни звёзды приближаются к нам из глубин космоса, другие — покидают нас со временем и перестают быть видимыми. В целом количества приближающихся и удаляющихся звёзд должны быть сопоставимы. Однако сейчас Солнце находится примерно между двумя соседними рукавами Галактики. При вхождении нашей планетной системы в следующий рукав Галактики общее число звёзд в наших окрестностях может возрасти на 30–50%.

◊ А число молодых и ярких звёзд (которые, как правило, и образуют яркие созвездия), возрастёт в несколько раз (может быть, в 100 раз).

Звёзды имеют собственное время жизни, составляющее от 10000 лет у голубых гигантов до 20 млрд. лет у красных карликов (что превышает возраст Вселенной). ◊ Соответственно, одни звёзды рождаются (например, близкое молодое скопление Плеяды), другие умирают, превращаясь в белые карлики, нейтронные звёзды или чёрные дыры в зависимости от их собственной массы.

В нашей огромной и уже старой Галактике эти процессы также сопоставимы (как и в любых статистически больших системах). ◊ Однако, некоторые молодые галактики испытывают фазы бурного звёздообразования из межзвёздного газа (что увеличивает общее число звёзд). В некоторых старых галактиках, израсходовавших запасы диффузной материи, напротив, естественная убыль звёзд преобладает.

Типичная ошибка: «звезды падают с неба». На самом деле так падают с неба метеоры — мелкие пылинки, сгорающие в верхних слоях атмосферы. Метеоры, разумеется, не имеют никакого отношения к звёздам.

Как выглядит звёздное небо на других планетах?

На планетах нашей Солнечной системы — точно так же, как на Земле (с точностью до параметров прозрачности атмосферы). Изменяется только вид Солнца в зависимости от расстояния до планеты, и конфигурации самих планет и их спутников. Изменения видимого положения звёзд по сравнению с наблюдениями с Земли не составляет менее 1 угловой минуты.

На планетах около других звёзд (поскольку это не соседние, а весьма удаленные[1] от нас звёзды) видимое звёздное небо совершенно иное, — и по набору конкретных звёзд, и по их расположению.

Отличаются звёзды в других галактиках от «наших» звёзд?

Все наши знания о строении удалённых объектов основаны на спектральном анализе их излучения. Мы исходим из предположения о единстве строения вещества в аналогичных условиях и единстве физических законов в наблюдаемой Вселенной (поскольку у нас нет никаких оснований утверждать иное). Поэтому звёзды в других галактиках будут совершенно разные, как индивидуальные объекты, но они состоят из тех же элементов, развиваются по тем же закономерностям, и в целом, как типы звёздного населения, скорее всего точно такие же, как и в нашей Галактике.

2. *Можно ли, глядя на Луну, сказать (или даже точно указать), где находится сейчас Солнце?*

Луна светится отражённым от Солнца светом. И поскольку тело Луны — шар, то в зависимости от угла, под которым на неё падают лучи[2] Солнца, у Луны может быть освещена разная часть видимого с Земли диска.

Проще говоря, «Солнце находится с солнечной стороны Луны».

Эта задача имеет два предельных случая.

1) Если видимый диск Луны освещён полностью, — значит свет падает на него со стороны наблюдателя. В этом случае Луна должна попасть в тень Земли и произойдёт лунное затмение. Поэтому мы никогда не наблюдаем истинного полнолуния, только «приближённое» почти полнолуние. Солнце, очевидно, в этом случае находится в противоположной стороне от Луны, сзади от нас.

2) Если диск Луны не освещён вовсе, то свет на тело Луны падает с её обратной стороны. В этом случае Солнце находится точно за диском Луны,

[1] У звёзд — ближайших соседей Солнца — планет скорее всего нет.

[2] То есть имеется ввиду угол между направлениями Луна—Земля и Луна—Солнце.

и происходит полное или кольцевое солнечное затмение. Мы наблюдаем при этом корону или кольцо диска Солнца, а новолуние видим именно как отсутствие свечения тела самой Луны.

Все остальные случаи, когда Солнце, Луна и Земля не находятся на одной прямой в пространстве, определяются следующими несложными правилами.

◊ Прежде всего, нужно провести воображаемую прямую линию между концами «рогов» месяца, и через середину освещённой части восстановить от неё перпендикуляр (эта фигура становится похожей на лук с вложенной стрелой). Эта стрела и показывает направление[1] на Солнце.

◊ Угловое расстояние[2] от Луны до Солнца можно определить по величине освещённой части Луны: угол между Луной и Солнцем равен тому углу, которому соответствует освещённая часть. Если серп месяца узкий, то и Солнце недалеко (по угловому расстоянию) от Луны (узкий серп часто виден перед восходом Солнца или сразу после заката); если Луна в четверти и освещена половина её диска, то расстояние до Солнца также равно четверти большого небесного круга, или 90 градусам; если же освещена большая часть диска Луны, то и Солнце отстоит ещё дальше, уже на другой полусфере. (В случае почти полной Луны, когда «рогов» уже нет, направление на Солнце нужно определять от середины ущерба к середине освещённой части Луны).

На сколько месяц может «кланяться» (вправо–влево)?

Луна может иметь 4 условные фазы.

Словом «месяц» обычно обозначают фазы, когда освещена меньшая часть диска Луны, соответственно, от последней (буква С — старый) до первой четверти (буква Р — растущий). (Стареющий месяц ориентирован на небе так же, как и буква С, а растущий — в обратную сторону, то есть похож на букву Р, у которой стёрли вертикальную палочку).

Однако воображаемая прямая линия, соединяющая «рога» месяца, будет вертикальной только в том случае, когда Солнце находится сбоку от Луны на той же горизонтальной прямой. Как правило, такая ситуация возможна в южной части горизонта.

Если же Луна восходит (или заходит), то и месяц наклонится на угол восходящей или заходящей орбиты Луны.

Поскольку орбита Луны вокруг Земли имеет и собственный наклон относительно эклиптики, то Солнце около новолуния может быть не только сбоку, но также и ниже Луны.

◊ Если Солнце подсвечивает Луну снизу, то её тонкий месяц ляжет горизонтально и превратится в «лодочку». Таким образом, месяц может «кланяться» на 90 градусов в обе стороны. (Наблюдать такую «лодочку» можно только в лучах зари, т. е. тогда, когда само Солнце находится под горизонтом).

---

[1] Направлением в этом случае астрономы называют не реальное направление, а указание, в каком месте неба (с какой стороны от Луны) нужно «искать» Солнце

[2] А вот зная условное «направление» и угол, в котором нужно переместиться по небу в этом «направлении», мы найдём на небе соответствующую точку. Указав туда (например, школьной указкой), мы получим реальное направление на Солнце. Впрочем, может оказаться, что указка будет направлена вовсе не на небо, а в землю. Это просто значит, что нужно мысленно «проткнуть» Землю указкой, и тогда она действительно будет указывать на Солнце.

Может ли Луна выглядеть тонким месяцем рогами вниз?

◊ Не может. Для этого необходимо, чтобы Солнце находилось сверху от Луны и близко к ней. Такая ситуация возможна, но в этом случае тонкий и бледный месяц полностью потеряется в лучах Солнца. (Незащищёнными глазами смотреть на Солнце не следует. Через тёмный светофильтр из-за очень большой разницы в яркостей Солнца и Луны человек в этих условиях увидеть месяц рогами вниз также не сможет.)

Нередко после восхода Луны около её первой четверти можно видеть, что выпуклость месяца смотрит значительно выше Солнца, которое ещё не скрылось за горизонтом. Может быть, в этом случае мы видим «искривление» лучей Солнца?

Действительно, если Луна и Солнце находятся невысоко над горизонтом, но в разных сторонах неба, то направление соединяющей их воображаемой прямой линии, проведённой параллельно горизонту, будет существенно отличаться от направления падающих на Луну лучей Солнца. ◊ Однако, это типичный «зрительный обман», и никакого «искривления» лучей Солнца в данном случае на самом деле нет. Просто проекция на небесную сферу хода прямых (!) лучей от Солнца к Луне должна проводится по большому кругу сферы (плоскость, в которой находятся Солнце, Луна и наблюдатель), а не вдоль горизонта, как мы это интуитивно делаем. ◊ Чем дальше друг от друга отстоят по азимуту Солнце и Луна, тем круче (в смысле, тем выше над горизонтом) проходит проекция хода лучей. В предельном случае, когда объекты отстоят друг от друга на 180 градусов (например, Солнце на западе, а Луна — на востоке), лучи нужно проводить через зенит, и Луна в этом случае освещается Солнцем точно «сверху».

Всем прекрасно известны расходящиеся лучи Солнца. А можно ли видеть сходящиеся лучи Солнца?

Расходящиеся лучи восходящего Солнца являются настолько типичным зрелищем (только не для городских жителей — они и этого не видят), что присутствуют даже на многих флагах и гербах стран мира (например, на гербе СССР). Между тем это также всего лишь типичный зрительный обман, поскольку наблюдаемые нами «лучи» есть следствие тех или иных неоднородностей приземной атмосферы, сквозь которую проходит свет (как правило, это неоднородные облака около горизонта). В результате «лучи» (то есть прямые, вдоль которых распространяется солнечный свет), становятся «видимыми».[1]

◊ Поскольку размеры таких неоднородностей пренебрежимо малы по сравнению с расстоянием до Солнца, то с точностью до угловых размеров Самого

[1] Для наблюдения «солнечных лучей» нужно два типа неоднородностей.

1. «Мелкие» (например, капли воды) рассеивают солнечный свет во все стороны (в том числе и в направлении наблюдателя). Но если бы в атмосфере были только такие неоднородности, это создало бы вокруг наблюдаемого Солнца просто светящийся «ореол», без направленных «лучей».

2. Более крупные неоднородности (например, более плотные и «тёмные» фрагменты облаков) отбрасывают «тени», которые наблюдаются в виде более тёмных линий в светящемся околосолнечном атмосферном ореоле, начинающихся от «своей» неоднородности и направленных от Солнца.

Такие линии мы и называем «лучами». Точнее, «лучами» обычно называют как раз не тёмные линии, а, наоборот, светлые промежутки между ними.

солнца (0,5 градуса при наблюдении с Земли) солнечные «лучи» можно считать всегда и вполне параллельными. Видимое же их расхождение есть не что иное, как эффект перспективной проекции (аналогичный виду «расходящихся» рельсов железной дороги). ◊ Соответственно, развернувшись на 180 градусов от Солнца, мы точно также можем увидеть и «сходящиеся» лучи солнца. Единственное, что для этого потребуется сделать дополнительно, так это найти около себя какие-либо неоднородности меньшего масштаба[1] (лучше всего «сходящиеся» лучи, т. е. «сходящиеся» тени можно видеть с помощью регулярной изгороди типа штакетника, или на группе отдельно стоящих деревьев).

Дополнительным вариантом ответа, который не был изначально предусмотрен жюри, но который тем не менее в работах признавался правильным, является такой: получить сходящиеся лучи с помощью собирающей линзы; в природе — на каплях воды.

3. *Какие Вы знаете самые крупные планетарные формы рельефа? Как они образовались?*

Все планетные тела в отношении планетарных форм рельефа можно условно разделить на планеты малые, средние и гиганты.

Планеты малые не имеют достаточных источников внутренней энергии, чтобы они оказывали влияние на их внешние формы. К тому же, малые тела из-за меньшей своей массы не обладают атмосферой. Поэтому главным фактором, формирующим их рельеф, являются внешние силы, прежде всего, падение на их поверхность метеоритов и астероидов. Поверхность всех малых планетных тел покрыта ударными кратерами всевозможных размеров, отчасти присыпана обломочным материалом. Нам наиболее близки и известны кратеры на Луне. Между тем на других телах имеются ещё более впечатляющие следы внешних ударов. Диаметр наибольшего ударного кратера на Мимасе достигает 130 км, то есть 1/3 диаметра самого спутника. На поверхности Тефии расположен кратер Одиссей диаметром 400 км.

Средние планеты совмещают на своей поверхности следы внешних ударов и внутренней активности. При достаточной массе в их недрах образуется жидкая или полужидкая магма, прорывающаяся на поверхность. Таковы, например, лунные моря из базальтовой лавы, частично затопившей лицевую сторону нашего спутника. Поверхность Ио, на которой действуют активные вулканы, полностью покрыта излившимися потоками сернистых соединений. На поверхности Венеры можно наблюдать не только вулканы, но и значительные горные массивы, образованные, скорее всего, внутренними процессами в теле планеты.

Наконец, планеты-гиганты, имеют, скорее всего, полностью расплавленную поверхность своих тел, глубоко скрытую в недрах очень толстых атмосфер. По-видимому, для них можно говорить не о рельефе поверхности, а о волновых возмущениях на границе между различными жидкими слоями. Интересно отметить, что даже на Венере парниковый эффект атмосферы столь силён (темпера-

[1] «Настоящие» сходящиеся лучи (обусловленные неоднородностями атмосферы) можно наблюдать с самолёта или вершины высокой горы, выполняя наблюдения в направлении от Солнца. Успешные наблюдения возможны при удачно подобравшихся параметрах атмосферы, расположении облаков и т. п.

Рис. 1. Полная карта рельефа поверхности Марса. Карта построена в прямоугольной проекции широта–долгота. Верхний край изображения соответствует одной точке реальной поверхности Марса — «Северному полюсу», нижний край — «Южному полюсу», правый и левый края — одному и тому же меридиану. Длина экватора Марса (горизонтальный размер карты) составляет примерно 42700 км. Карта специально неравномерно «сплющена» в вертикальном направлении (сжатие отсутствует на экваторе и максимально у полюсов; это сделано для сохранения реальных угловых соотношений на карте и на местности).

тура на её поверхности составляет около 700 K), что хотя сейчас она и твёрдая, но по расчётам, при падении даже одной средней кометы на Венеру температура повысится настолько, что поверхностные породы просто расплавятся.

К сожалению, в группу малых планет нам придётся отнести даже такую немаленькую планету, как Марс, хотя у него есть и атмосфера, и собственные горы и вулканы. Дело в том, что в результате проведённых со спутника Mars Global Surveyor измерений высот (см. рис. 1) поверхности стало понятно, что впадина на юге планеты под названием долина Эллады есть не что иное, как самое крупное ударное образование в Солнечной системе.

Эта впадина образована в результате соударения с планетой довольно крупного астероида. Глубина её достигает 10 км, а ширина составляет около 2 тысяч км. На противоположной стороне Марса находится возвышение, известное как область Тарсис (Tharsis). Она образована ударным возмущением, прошедшим через тело планеты насквозь, и представляет собой самое обширное и высокое планетарное поднятие неправильной треугольной формы. Здесь же расположены крупнейшие на Марсе (и во всей Солнечной системе) вулканы во главе с Олимпом высотой 21 км. Здесь также находится и Долина Маринера (Valles Marineris) длиной более 3000 км, которая представляет собой не что иное, как почти прямолинейный разлом (трещину) планетной коры (см. рис 2).

Во все стороны от Tharsis расходятся трещины поверхности и следы мощных водных потоков, стекавших с возвышенности. Можно предположить, что удар астероида по Марсу не только перекроил его карту, но также существенно

Рис. 2. Фрагмент карты рельефа поверхности Марса. Цифрами «1» отмечено положение (широта и долгота) горы Олимп, цифрами «2» — примерные границы области (возвышенности) Тарсис. С северной (верхней по карте) стороны области Тарсис находится долина Маринера — узкое прямолинейное углубление. Следует отметить, что географические объекты на поверхности Марса получили свои названия более 100 лет назад в соответствии с наблюдаемой окраской поверхности планеты. Формально геометрия этих «объектов» может не совсем точно совпадать с реальной структурой рельефа (никакой информации о рельефе Марса тогда, разумеется, не было).

Карта построена в прямоугольной проекции широта–долгота. Верхний край изображения соответствует одной точке реальной поверхности Марса — «Северному полюсу», нижний край — «Южному полюсу», правый и левый края — одному и тому же меридиану.

разрушил и обеднил его атмосферу, растопил бóльшую часть запасов воды на планете, и скорее всего, погубил все ранее существовавшие на поверхности Марса формы жизни (конечно, если они там были).

Исключением из общих правил является планета Земля. В отличие от всех иных нам известных планет, поверхность Земли является подвижной, и состоит из двух форм коры: материковой и океанической. Материки представляют собой куски (конгломераты) более лёгких, чем магма, пород толщиной от 20 до 40 км, и за счёт движений в мантии перемещаются по поверхности планеты. Промежутки между ними заполняются тонкой (5 км) и молодой океанической корой, постоянно нарастающей на одном краю, и утапливаемой под материки — на другом. Из-за этих подвижек большинство ударных кратеров на Земле полностью стираются за несколько десятков миллионов лет. Взамен на нашей планете имеются следующие крупнейшие формы рельефа: равнины и возвышенности на материковых платформах (от 1 до 2 км), океанические платформы (ложе океанов от 3 до 6 км глубиной), горные зоны складчатости (там, где сталкиваются материки, например, Альпийско-Гималайский пояс, до 8 км), системы океанский желоб–горный хребет (там, где океаническая плита утапливается под материк или другую океаническую плиту, перепад высот до 15 км у Южной Америки), рифтовые зоны и срединно-океанические подводные хребты (там, где платформы расходятся друг от друга, высотой до 7 км).

Справка: карты и снимки планет и спутников можно посмотреть, в частности, на сайте http://www.astrolab.ru/cgi-bin/manager.cgi?id=31

Какие горы (и даже целые горные системы) мы не видим?

Срединно-океанические хребты, вырастающие на месте расхождения двух океанических платформ, охватывают весь земной шар. Их длина может превышать 20 тыс. км, что больше любого материка, а высота над ложем океана — 7–8 км, что выше Джомолунгмы. Между тем, мы не видим их (или видим только в форме групп островов в океане), поскольку они скрыты толщей воды.

Крупнейший на Земле вулкан превышает в высоту 10 км. Между тем, мы не обращаем на него должного внимания, поскольку он стоит посреди Тихого океана, и 6 км из его роста приходится на толщу воды, а остальные 4 км нам известны как Мауна-Кеа на Гавайях.

Какое наиболее впечатляющее «столкновение» материков произошло на нашей планете, и какие это имело последствия?

Столкновение двух материковых платформ — Индостана и Евразии — образовало высочайшую горную систему на планете — Гималаи, и обширную горную страну далее на север — Тибет.

Какие материки могут столкнуться в «обозримом» будущем?

Судя по траекториям и скоростям перемещения материков в обозримом будущем можно ожидать столкновения Австралии и Южной Азии. Примерно через 100–200 млн. лет.

Какие Вы знаете «мосты» между материками? Какие из них существовали прежде, но исчезли?

Ныне существующие: Панамский перешеек, Суэцкий полуостров.

Исчезнувшие: Берингия — ныне Берингов пролив, Гибралтарский пролив.

Почему Тихий океан окружён «огненным кольцом» вулканов?

На Тихий океан со всех сторон «наезжают» материковые и другие океанические плиты, поэтому он окружён желобами, островными дугами, горными хребтами и вулканами. Единственно более-менее спокойное место — Южный океан.

Где находится крупнейший каньон, и как он образовался?

Долина Маринера на Марсе (см. выше).

Наиболее известный на Земле каньон расположен в Кордильерах (Северная Америка) и образован протеканием реки Колорадо сквозь горные хребты (Каньон Дьявола, штат Колорадо). Его возраст 10 млн. лет, а параметры с течением времени увеличиваются, поскольку горы испытывают дальнейшее повышение, а река успевает их «протачивать».

4. *В кинокомедии «Волга-Волга» (1938 год) звучит шуточная песенка: «Америка России подарила пароход: две трубы, колёса сзади и ужасно, и ужасно, и ужасно тихий ход». Между тем, широко известны гонки(!) таких пароходов на реке Миссисипи. А почему эти пароходы колёсные? Почему у них такая необычная конструкция: колёса сзади?*

Исторически технологии движителей водных транспортных средств прошли следующие этапы своего развития:

1. гребные суда (пироги, каноэ, на море — галеры);
2. на реках против течения — волочные (см. «Бурлаки на Волге»);
3. парусные (только для открытых водных пространств, поскольку на реках паруса бесполезны);
4. гребные колёса на поперечном валу паровых машин;
5. гребной винт на продольном валу (большинство современных судов; от моторок до супертанкеров);
6. винтовые или турбореактивные двигатели судов на воздушной подушке и экранолётов.

Помимо общего технического прогресса на выбор конкретной схемы влияют и местные факторы (если есть много бесплатных рабов, то выгоднее использовать волочную баржу, а не пароход; можно пересекать под парусом океан, но подняться вверх по течению реки — затруднительно, и т. д.).

Изобретатель Роберт Фултон (1765–1815) демонстрировал первый практически значимый пароход на Сене Наполеону (9 августа 1803 г.); когда в 1815 г. Наполеона везли на остров Святой Елены, мимо его корабля проплыл (и обогнал) другой пароход, и Наполеон сказал, что прогнав Фултона, он потерял своё будущее, поскольку только с паровым флотом он имел бы шанс завоевать Англию. К середине 19 века военные парусные суда вытесняются пароходами (поэтому при обороне Севастополя в 1854 г. Черноморский парусный флот был затоплен в бухте, а пушки переведены в крепости). Однако уже к концу 19 века более эффективный и экономичный гребной винт заменил гребные колёса сначала на морях, а затем и на реках почти повсеместно.

Среди всех рек только Миссисипи оказалась исключением, и это не случайно. Большинство крупных и судоходных рек мира протекают по достаточно пересечённой местности, а соответственно, они могут иметь крутые берега, их русло может иметь как достаточно большие глубины, так и пороги (например, до строительства плотин были пороги на Днепре у Запорожья, на Волге у Самары, на Ангаре, на Енисее). Основной проблемой для судовождения является следование по фарватеру реки, иначе, при контакте с дном погруженный в воду винт может быть повреждён. Для большинства рек фарватеры постоянны, известны и обозначены соответствующими навигационными знаками.

Река Миссисипи протекает по Великим американским равнинам, не имеющих в средней и нижней части выделенных возвышенностей, и представляет собой огромный водный поток шириной более 100 км. При этом её берега как правило невысокие, с большим количеством мелей, русло этой истинно равнинной реки испытывает частые изменения глубин и конфигураций протоков и островов. По этим причинам гребные колёса, захватывающие при движении только поверхностный слой воды, имеют здесь явные преимущества перед гребным винтом, который при каждом причаливании к берегу задевал бы дно.

Безопасное причаливание к низкому и отмелому берегу определило и конструкцию пароходов: в отличие от пароходов других рек, это плоскодонные суда, носовая часть которых может приблизится к берегу с практически нулевой осадкой. Естественно, что в этих же целях гребное колесо переместилось с боков корпуса (как обычно) на корму парохода, хотя это изменение существенно усложняет конструкцию и ведёт к потере мощности. Но зато пароход с гребным колесом сзади имеет несомненное преимущество при попадании на мель, что на Миссисипи происходило очень часто: достаточно пустить гребное колесо в обратную сторону вращения, и лопасти погонят поток воды вперед **под корпусом** судна, он размоет илистое дно, на котором лежит плоскодонный корпус, и пароход легко сойдёт с мели задним ходом, причём — самостоятельно, без посторонней помощи.

На этих пароходах лоцманы также часто произносили фразу: «Mark 20». Почему 20, и зачем они это повторяли?

Из-за очень широкого и переменного фарватера интенсивное судоходство на Миссисипи в конце 19 века было вынуждено в значительной степени обходиться без навигационных знаков, обычных для других рек (знаки на берегу, вешки и бакены на акватории). Чтобы пароходы могли ходить по реке без угрозы ежечасно садиться на мель, у каждого парохода на носу сбоку стоял лоцман, основной задачей которого было измерение глубины под судном при движении, и особенно при подходе к берегу. Для измерений использовался длинный шест, размеченный в футах (1 foot = 304,8 мм). Его длина составляла 20 футов (около 6 м). Шест при движении выносился концом вперёд, опускался вниз, и при упоре концом в дно определялась отметка, равная глубине в данном месте. Затем шест уходил по движению назад и за верхний конец вытаскивался из воды.

При снятии измерения лоцман громко кричал капитану отметку, например: «Mark ten ([марк тен])» = «отметка десять». Когда глубина реки превышала 20 футов, и шест до дна не доставал, лоцман кричал: «Mark twenty ([марк

твэ́нти])». При частом повторении этой типичной фразы, последний слог (который не очень удобно произносить громким командным голосом) пропал, и она сократилась до «Mark twen ([марк твэн])». Для речников Миссисипи возглас «Mark twen» означает то же, что для моряков «семь футов под килем», для лётчиков «мягкой посадки», для железнодорожников и автомобилистов — «счастливого пути», в этом случае пароход может идти свободно и развивать полный ход.

Какое это получило отражение в мировой литературе?

◊ По этой причине Самюэль Клеменс (1835–1940), выросший на Миссисипи и некоторое время работавший лоцманом, а затем журналистом, взял себе литературный псевдоним Марк Твен[1], под которым и стал всемирно известным писателем. В 1876 опубликовано его одно из самых известных детских литературных произведений — «Приключения Тома Сойера».

Какие аналогичные технологии применяются в судоходстве России?

В России аналогичная проблема судовождения возникает на многих малых и средних реках, озёрах и водохранилищах, берега которых также часто низкие и отмелые. Постоянное измерение глубин у нас не производится, поскольку фарватер достаточно постоянен, а судоходные знаки выставляются в начале навигации. Однако во многих случаях на малых реках используются не винтовые, а плоскодонные водомётные теплоходы, у которых движителем является винт, забранный в трубу **внутри** корпуса судна. За счёт поворотного механизма и реверса двигателя судно может выбрасывать струю воды как вперёд, так и назад по ходу движения, тем самым реализуются все те же преимущества по самостоятельному сходу с мели или с берега.

5. *В Чёрном море с глубин около 130 м и до дна находится слой сероводорода (концентрированный раствор сероводорода в морской воде). Почему он образовался? Почему такого не наблюдается в других морях?*

Всем известны морские течения, поэтому большинство людей правильно представляет себе, почему воды океана перемешиваются. Все океанские течения связаны между собой и составляют глобальную систему циркуляционных ячеек, вызванных прежде всего глобальным переносом воздушных масс на земном шаре. Однако есть принципиальная особенность: эти течения являются поверхностными и затрагивают, как правило, только верхний слой воды океана примерно до 100–200 м.

Между тем, жизнь в океане распространена на всех глубинах, вплоть до дна Марианской впадины 11022 м.

◊ Каким же образом на большие глубины моря попадает кислород, который создается зелёными растениями (прежде всего водорослями) на поверхности океана и суши, и который в свободном состоянии находится только в атмосфере Земли (21%), а в воде растворён в существенно меньших концентрациях? Для этого необходимы механизмы вертикального перемешивания вод, которые

[1]Написание его псевдонима было Mark Twain, что несколько отличается от простого сокращения mark twen.

действуют следующим образом. Известно, что плотность воды (пресной или солёной) уменьшается с ростом температуры (кроме небольшого интервала температур около точки замерзания), соответственно, более тёплая вода, нагретая лучами Солнца, остаётся на поверхности, а более холодная и более плотная — в глубине. Таким образом, температура воды с глубиной водоёма уменьшается. Если вода охлаждается сильнее, до 0 градусов Цельсия, то она начинает замерзать, а образовавшийся лёд плавает на поверхности, поскольку его плотность ($0,9$ г/см^3) меньше плотности воды (пресной и, тем более, солёной).

◊ Наибольшая плотность пресной воды достигается при +4 °C, поэтому в водоёмах всегда нагрет только верхний слой воды, а в глубинах вода всегда холодная (если только, конечно, на дне нет горячих источников). В пресных водоёмах средних широт вертикальное перемешивание слоёв воды происходит два раза в год, при замерзании водоёма осенью и при его вскрытии весной, и поэтому все слои воды насыщаются атмосферным кислородом.

(Пояснение. При замерзании водоёма сначала температура его поверхности была относительно высокой, а затем температура воды, соприкасающейся со льдом, окажется равной 0 °C. Значит, в какой-то момент температура на поверхности была равна +4 °C. Но вода такой температуры имеет максимальную возможную плотность, из-за чего неизбежно «утонет». Если, например, часть водоёма покрыта льдом, а часть поверхностной воды имеет температуру выше +4 °C — из-за дождя, прогрева мелководных участков, занесена течением и т. п. — при перемешивании образуется вода температуры +4 °C, которая тут же погрузится на дно. В результате, при длительном процессе замерзания или вскрытия (когда длительное время льдом покрыта только часть поверхности водоёма), происходит весьма значительный обмен вод приповерхностных и придонных слоёв.)

В морской воде из-за высокого содержания солей, точные значения температур наибольшей плотности и замерзания изменяются: придонные температуры составляют от 0 до +2 °C, замерзание морской воды происходит при отрицательных температурах, более низких для больших концентраций солей (например, температура воды при катастрофе «Титаника» составляла -2 °C, что стало причиной гибели почти всех людей, находившихся в воде).

◊ В Мировом океане вертикальное перемешивание вод происходит постоянно, в разных частях земного шара. Поставщиками холодной воды, насыщенной кислородом, являются полярные районы: в Северном полушарии это Гренландское течение (противотечение Гольфстрима), выносящее холодные воды Арктики (вместе с айсбергами) из Северного Ледовитого океана в Атлантический. Между Исландией и Гренландией этот холодный поток преодолевает горный уступ, разделяющий ложе двух океанов, и образует крупнейший в мире океанский подводный «водопад», затем опускается вниз и растекается по дну Атлантики. Однако ещё больший вклад в «вентиляцию» Мирового океана вносит Антарктида, которая по всему своему периметру, как мощный кондиционер, распускает потоки холодной воды, расходящиеся по дну из Южного океана во все остальные.

◊ Обратный процесс подъёма глубинных вод на поверхность носит название «апвеллинг» и происходит, как правило, при встрече мощного океанского те-

чения с границей материка. Наиболее известная зона апвеллинга — чилийское побережье Южной Америки, а изменения течений, которые иногда случаются здесь, получили название «Эль-Ниньо». Благодаря температурному вертикальному перемешиванию воды Мирового океана достаточно однородны. Некоторые особенности возникают при впадении крупных рек (например, огромный язык распреснённой воды на сотни километров простирается после устья Амазонки), или в зонах проливов (например, через Гибралтарский пролив из Средиземноморья в Атлантику вытекают «капли» более солёной воды размером в десятки километров).

Все моря мира так или иначе связаны с Мировым океаном, осуществляют с ним водообмен, и их воды также насыщаются кислородом до дна. Есть только 2 исключения: это моря Чёрное и Красное.

Чёрное море представляет собой, по существу, замкнутый водоём, поскольку узкий пролив Босфор имеет глубину всего 60 м, и хотя в нём имеются два течения (одно с севера, другое с юга), но они оба являются поверхностными, так что глубинные воды через Босфор в Чёрное море не попадают. К тому же Чёрное море не замерзает зимой (на нём практически нет мелководий, а тепловая инерция глубокого водного массива огромная), соответственно, не происходит сезонное перемешивание вод. Поставка холодной и насыщенной кислородом воды из замерзающего Азовского моря через узкий Керченский пролив крайне незначительная. В итоге, все возможные механизмы вертикального водообмена в Чёрном море «выключены», и с глубин 100–130 м начинается застойная зона, куда кислород не попадает.

◊ Зато в глубинные слои воды попадает достаточно много органических соединений, как образующихся в поверхностном слое воды, так и выносимых в море большими реками (Дунай, Днепр, Дон), имеющими водосбор практически с большей части Европы.

◊ Глубинные воды населены анаэробными бактериями, использующими как органические, так и неорганические соединения, и конечным продуктом жизнедеятельности которых является сероводород.

За десятки миллионов лет, когда акватория Чёрного моря отделилась от древнего океана Тетис, и перемешивание вод прекратилось, и сформировался тот сероводородный слой, который делает это море уникальным на нашей планете. Среда в глубинах Чёрного моря напоминает ту безкислородную атмосферу, которая существовала на Земле в ранние геологические эпохи.

Ещё раз отметим, что происхождение сероводородного слоя Чёрного моря — внешнее, за счёт привнесённого биологического материала. Какая-либо вулканическая деятельность на дне Чёрного моря отсутствует, по всей видимости, более длительное время, чем время формирования сероводородного, и, таким образом, образование сероводородного слоя с этой деятельностью никак не связано.

◊ Обратными примерами замкнутых, но перемешиваемых морей (по сравнению с Чёрным) являются Каспийское[1] и Средиземное моря. Каспий зимой замерзает в северной части, поэтому полностью насыщается кислородом. Средиземное море находится на грани кислородного голодания. Однако у него, во-

[1]Формально это и не море, а озеро.

первых, есть мелководный залив — Адриатическое море, который в некоторые годы в северной части (около Венеции) покрывается льдом. Во вторых, глубина Гибралтарского пролива хотя и мала (около 130 м), но всё же достаточна для того, чтобы более холодные, подповерхностные воды из глубин Атлантического океана «тонкой струйкой» всё же просачивались на дно Средиземного моря, не давая ему перейти полностью в безкислородный режим.

◊ Аналогичные слои воды без кислорода в глубинах возможны и в других достаточно больших изолированных и незамерзающих водоёмах; таковыми, например, являются глубоководные озёра Восточной Африки: Танганьика и Ньяса.

Какие Вы знаете ещё «слоёные» моря?

◊ Вторым «слоёным» морем (без вертикального перемешивания) на Земле является Красное море, хотя и по другой причине. Его акватория соединена с Индийским океаном Баб-эль-Мандебским проливом достаточной глубины, чтобы осуществлялся свободный водообмен между ними. Но Красное море является зоной геологического рифта: здесь Африка и Аравийский полуостров расходятся друг от друга, образуя трещину в земной коре, аналогичную рифтовым зонам посреди океанов. На дне Красного моря, как и в других разрывах коры, имеются прямые выходы магмы и действует большое количество т. н. «чёрных курильщиков» (источников горячих и перенасыщенных солевых растворов). Поэтому нижние слои Красного моря имеют концентрацию солей в несколько раз больше, чем поверхностные морские воды, а также и существенно большую плотность.

Интересно отметить, что когда исследовательский глубоководный аппарат попытался погрузиться в Красном море глубже, чем на 1500 м, у него это не получилось, несмотря на все усилия его винтов: в зоне скачка плотности воды резко возросла сила Архимеда.

Некоторые школьники называли в качестве слоёного Мёртвое море. Это неверно — Мёртвое море очень солёное, но не слоёное, его воды имеют примерно одинаковый (и малопригодный для жизни) состав по всей глубине. Да и морем в географическом смысле этот водоём не является.

6. *Чем отличается дождь от грозы?*

Дождь и гроза — разные формы физически подобного процесса выпадения атмосферных осадков: они отличаются интенсивностью процесса; дождь сам по себе может быть слабым и мелким, интенсивные же осадки сопровождаются атмосферными электрическими явлениями.

Дождь вызывает молнию или молния дождь?

В атмосферном воздухе (в приземных слоях тропосферы) присутствует водяной пар, концентрация которого существенно зависит от температуры и интенсивности испарения воды с подстилающей поверхности (в пустынях влажность воздуха намного меньше, чем в тропическом лесу). Для того, чтобы в воздухе из пара образовались капельки воды («пар», туман, облака), или другими словами, чтобы произошёл фазовый переход от газообразной формы H_2O к жидкой, необходимо, чтобы воздух перешёл т. н. «точку росы», когда водяной пар становится насыщенным, а относительная влажность достигает 100%. Это может

быть либо при добавлении количества испарённой воды при той же температуре (пример — носик чайника), либо при охлаждении воздуха при той же концентрации водяного пара (пример — утренний туман).

Дождь возникает тогда, когда насыщенный водяным паром воздух поднимается вверх, адиабатически расширяется и охлаждается. Это особенно заметно летом в виде возникающих над восходящими потоками воздуха и клубящихся кучевых облачков («барашки»). При падении температуры до определённого уровня, происходит переход точки росы, и конденсация пара в капли. Поэтому у летних облаков, образованных адиабатическим охлаждением на подъёме на высоту, нижний край всех облаков расположен на одном уровне, а именно там, где температура воздуха опускается до точки росы при данной концентрации водяного пара.

Известно, что конденсация воды в облаках сопровождается электрическими явлениями. Так, капли обыкновенного дождя (без грозы) и снежинки имеют электрические заряды. На эту тему имеется большое количество как экспериментальных, так и теоретических работ. Разнообразие и полученных экспериментальных результатов, и объясняющих их теорий очень большое (и даже краткое обобщение всей этой информации оказалось бы слишком объёмным). Научные исследования облаков и атмосферных осадков в настоящее время ещё очень далеки от своего завершения. Эксперименты в этой области часто технически очень сложны, а зачастую и опасны. Да и словом «облако» мы называем очень много разных атмосферных явлений, которые с земли наблюдаются примерно одинаково («облако, туча»), но «внутри» могут быть устроены очень по-разному.

Грозой в этом смысле можно считать более интенсивный процесс выпадения осадков, когда перенос зарядов осуществляется в том числе и способом, который мы привыкли называть словом «молния»: кратковременный светящийся электрический канал, сопровождаемый «громом».

Экспериментально известно, что в грозовых облаках происходит разделение зарядов (толщина этих облаков — десятки и сотни метров): **нижняя часть облака оказывается заряженной положительно, верхняя — отрицательно.**

Теперь осталось ответить на два вопроса (ясности с которыми существенно меньше).

1. Почему так получается? В облаке более крупные капли воды имеют преимущественно положительные заряды и под действием силы тяжести опускаются в нижнюю часть облака, что у них «получается» лучше, чем у мелких капель. В основном потому, что сила сопротивления воздуха менее «эффективна» для одной крупной компактной капли, чем для нескольких мелких капель с таким же суммарным количеством воды.

А вот на вопрос о том, **почему** заряды на каплях «сортируются» по размеру капель, ответить ещё труднее. Перечислим основные гипотезы и объяснения этого факта.

2.1. ◊ При конденсации воды происходит разделение электрических зарядов: в жидкую фазу попадает статистически больше положительных зарядов, а в газообразной, соответственно, остаётся больше отрицательных. (Этот эффект — очень слабый и в бытовых условиях не наблюдается. Но в грозовом облаке проявляет себя за счёт очень большой интенсивности процесса конденсации воды.)

Соответственно, преимущества в образовании и размерах получают «положительные» капли (а когда они унесли с собой из места конденсации положительные заряды, там придёт черёд образовываться и «отрицательным» дождевым каплям).

2.2. Конденсация водяного пара на положительно заряженную поверхность воды происходит в среднем быстрее, чем на отрицательно заряженную. Поэтому «положительные» капли воды «обгоняют в развитии» своих «отрицательных» собратьев.

2.3. Первоначальное зарождение капель происходит на ионах, образованных в атмосфере пролетающими космическими частицами. Соответственно, «положительные» капли образуются на положительных ионах и с самого начала «находятся в более выгодных условиях (см. п. 2)» и потому растут быстрее.

Разумеется, капли не только «растут» за счёт конденсации водяного пара из атмосферы, но и могут сталкиваться и объединяться друг с другом. (Капли, имеющие заряды одинаковых знаков, вовсе необязательно друг от друга отталкиваются. Они вполне могут и притягиваться — подробнее об этом см. решение задачи № 7 конкурса по физике, стр. 372.)[1]

Некоторые участники конкурса указывали на электризацию облаков (и отдельных капель дождя) в результате трения о воздух. Наверное, слово «трение» здесь не совсем удачно (так обычно говорят про твёрдые предметы, а не жидкости и газы). Капля, движущаяся относительно окружающего её воздуха, действительно может изменять свой электрический заряд, но происходит это скорее всего за счёт конденсации (или, наоборот, испарения) паров воды из воздуха на поверхности капли (см. п. 2.2).

Объяснения п. 2.1, 2.2 и 2.3, увы, существенно выходят за рамки школьной программы. Ещё раз подчеркнём, что мы привели только самые примерные объяснения, совершенно не претендуя на полное описание происходящих в облаках физических процессов или хотя бы на обзор имеющихся по этой теме научных результатов.

Но даже не понимая все грозовые процессы до конца, можно сказать, гроза возникает из-за **очень интенсивного, лавинообразного процесса конденсации воды в атмосфере с образованием большого количества водяных капель**. Для этого необходимы соответствующие условия: **резкое охлаждение влажного атмосферного воздуха**.

Отвечая на поставленный вопрос («Дождь вызывает молнию или молния дождь?»), наверное, правильнее сказать, что **дождь вызывает молнию** — именно потоки капель воды (дождь, но идущий высоко на небе) «растаскивают» электрические заряды, создавая тем самым условия для возникновения грозы. Дальше эти капли скорее всего упадут на землю, и станут назваться настоящим дождём. (Молния и гром наверное, тоже как-то влияют на поведение капель воды в облаках и образование дождя. Но, с другой стороны, дождь прекрасно идёт и безо всяких молний. Поэтому говорить, что молния вызывает дождь, было бы неправильно.)

[1] В этой задаче речь идёт о взаимодействии заряженных металлических шариков, однако качественно описание ситуации применимо и к заряженным каплям воды.

2. Что в результате этого происходит? ◊ Когда грозовое облако проходит над поверхностью земли, положительные заряды в его нижней части[1] притягивают к себе свободные электроны, которые концентрируются в наиболее выступающих вверх предметах на Земле. Особенно высока концентрация электронов (зарядов) на одиноко стоящих деревьях, зданиях, башнях, мачтах и других вертикальных выступах, с которых начинается интенсивное истечение электронов (грозовые атмосферные токи), иногда наблюдаемое как холодное свечение или коронный разряд. Чаще всего такое свечение возникает на шпилях церквей, мачтах кораблей и высоковольтных линиях электропередач.

Электрическое сопротивление воздуха очень велико, так что длина молний, получаемых в быту при электризации или при коротком замыкании цепей, составляет миллиметры. Для создания наблюдаемых в природе молний длиной в сотни метров одной только электрической напряжённости, возникающей при разделении пространственных зарядов облаков, недостаточно. Все накопленные заряды могут затем разойтись в пространстве и спокойно нейтрализовать друг друга, если не будет специального механизма пробоя воздуха.

Почему молния имеет такую извилистую форму?

◊ Таким механизмом в природе служат космические лучи. Всю нашу атмосферу непрерывно пронизывают прилетающие из космоса высокоэнергичные частицы. Большинство из них задерживается верхними и средними слоями атмосферы (и, в частности, участвуют там в образовании облаков — см. выше), но некоторые проникают и до поверхности земли, особенно во время периодически возникающих т. н. «широких атмосферных ливней». Каждая такая частица, пролетая через воздух, частично ионизует окружающие молекулы, образуя своего рода частично проводящий газовый канал. Траектории частиц случайны, и положение таких каналов проводимости в пространстве также случайно и кратковременно (наглядной моделью множества таких траекторий может служить пучок случайно набросанных друг на друга длинных соломинок). Однако при достаточно большом потоке разнонаправленных частиц может оказаться, что большое количество пересекающихся каналов проводимости образуют случайный набор отрезков, соединённых в достаточно длинную последовательную цепь, связывающую разнесённые области пространства. Если в этих областях в результате интенсивного дождя накопились атмосферные заряды (и возникли разные электрические потенциалы), то может произойти электрический пробой.

◊ В начале процесса пробоя воздух в каналах ионизован слабо, и его электрическое сопротивление большое. Поэтому сначала по возможной электрической цепи пробегает слабый ток — так называемый «лидер молнии». По мере

[1]Здесь могут возникнуть вопросы: «А почему вообще положительные заряды *скапливаются* в нижней части облаков? Что им мешает и дальше, не задерживаясь, лететь на «своих» каплях до самой земли?» Во-первых, речь здесь идёт о пространственном разделении зарядов (верхняя часть облака заряжена в целом отрицательно, нижняя, следовательно, — в целом положительно); было бы совершенно неверно считать, что заряды накопились именно в каком-то конкретном месте и именно оттуда и появляется молния. Во-вторых, покинув облако, капли воды попадают в область пространства, где условий для образования облаков уже нет (см. о «точке росы» выше), и начинают испаряться, уменьшая свои размеры, и соответственно, скорость движения вниз. Таким образом, положительные заряды в нижней части облака действительно могут немного «зависнуть».

протекания заряда, величина тока увеличивается, повышается температура воздуха и наступает уже вторичная его тепловая ионизация. Чем горячее воздух, тем выше его ионизация, тем меньше его электрическое сопротивление, тем выше значение проходящего тока, тем больше выделение энергии в канале молнии, тем сильнее нагрев воздуха, и т. д. Эта явная положительная обратная связь приводит к тому, что явление пробоя лавинообразно нарастает, и первоначально случайно сложившийся канал становится собственно молнией, через которую разряжается значительная часть накопленного в облаке заряда. Почти мгновенный разогрев воздуха до температур плазмы приводит, во-первых, к его интенсивному свечению (собственно вспышка молнии), а во-вторых, к взрывному расширению канала молнии, что воспринимается как воздушная ударная волна (т. е. удар грома).

Почему бывают многократные молнии?

Поскольку атмосферные заряды распределены в пространстве достаточно случайно и неравномерно, то при наличии нескольких соседних концентраций заряда может сложиться такая ситуация, что первый лидер формирует канал для одного из них, затем, после формирования основного канала молнии, через короткое могут возникать дополнительные каналы к соседним областям, и так далее. При этом каждый последующий разряд может «пользоваться» предшествующим каналом до тех пор, пока тот не остынет. Интервал времени между многократными (2–3) молниями, как правило, не превышает 1 сек.

Куда они бьют?

Происхождение канала молнии как суммы треков частиц объясняет её извилистую форму и случайный характер, как по времени пробоя, так и по его конкретной траектории (в частности, это хорошо видно на фотографиях молний). **Чаще всего молнии происходят внутри грозовых облаков**, но при сближении нижней части ливня с землёй могут бить и в предметы на поверхности земли. И хотя ни момент удара, ни точку, куда молния попадёт, предугадать принципиально невозможно (например, автор наблюдал мини-молнию, длиной около 10 м, свёрнутую в виде буквы «С» и расположенную между зданиями на высоте около 20 м над землёй), тем не менее понятно, что любое возвышенное место является статистически более «привлекательным», и в него молния может попасть с большей вероятностью.

Попадание молнии означает прохождение через данный объект значительного электрического тока. На поверхности земли за счёт резкого испарения может образоваться воронка размерами до 10–20 см, деревья как правило воспламеняются, металлические предметы частично оплавляются, во всех технических системах повреждаются электротехнические и электронные элементы, для человека и животных поражение молнией смертельно. После попадания из воздуха и прохождения через основной предмет, электрический ток растекается далее по поверхности земли во все стороны, постепенно уменьшаясь.

Как правильно защищаться от поражения молнией?

Основным средством защиты повсеместно служат т. н. «громоотводы» (задача которых с физической точки зрения, наоборот, «притянуть» электрический

заряд на себя), состоящие из толстого металлического прута или полотна, одним концом поднятого максимально высоко над защищаемой зоной (как правило, на отдельной металлической мачте), а другим концом заглубленным в землю. При разряде молнии, она скорее всего (но не обязательно) попадет в верхнюю часть громоотвода, а затем ток по пути минимального электрического сопротивления стечёт по металлу вниз до заземления.

Лучший способ индивидуальной защиты — сидеть дома, т. е. находиться в помещении, защищённом громоотводом. В лесу лучше укрыться в невысокой роще или кустарнике, в поле — уйти с открытого пространства в низину, в горах — спуститься с вершины. Нельзя садиться под одиночными высокими деревьями (рядом с линиями электропередач и, тем более, не рекомендуется находиться рядом с громоотводом), категорически нельзя купаться или заходить в воду.

Заметим, что вероятность попадания молнии в человека всё же очень незначительная. А размеры человека малы по сравнению с характерными размерами грозовых явлений. Так что сам человек, находясь где-либо (даже на открытой местности), вряд ли сможет повлиять на ход грозы и «притянуть» молнию к себе. Основная стратегия защиты от молнии — «не оказаться в неподходящем месте », то есть там, где вероятность молнии выше сама по себе. При попадании молнии в водоём в воде возникают электрические токи, распространяющиеся далеко от места удара молнии (и именно они опасны для человека, находящегося в воде). Отметим, что гроза обычно связана с ухудшением погоды, уменьшением видимости, сильным ветром и т. п. Поэтому находиться в это время на улице, а тем более в воде или на вершине горы, не рекомендуется (это — опасно) не только из-за опасности поражения молнией, но и (в основном) по другим причинам.

Почему гром гремит раскатами и от чего зависит его продолжительность?

◊ Ударная волна распространяется от канала молнии во все стороны. Поскольку канал имеет очень сложную (случайную) форму длиной в сотни метров, то до наблюдателя звук от разных участков канала дойдёт за различное время. Скорость распространения звука в воздухе около 300 м/сек. (Скорость первоначальной ударной волны, быстро затухающей и порождающей обычные звуковые волны, — в несколько раз больше. Скорость звука может отличаться от указанной на несколько десятков м/с в зависимости от температуры и влажности воздуха — а эти параметры во время грозы могут быть самыми разными.) При близком разряде звук наиболее интенсивный (возможны звуковые контузии) и его продолжительность менее 1 сек. Для удалённого наблюдателя время запаздывания прихода грома относительно вспышки молнии составляет около 3 сек. на каждый километр расстояния. При этом за счёт различных траекторий прохождения звука в сильно неоднородной (облачной) среде, а также при многократном отражении звука от поверхности и предметов, суммарный звуковой отклик от одной вспышки молнии может составлять результат наложения нескольких вторичных импульсов и продолжаться десятки секунд в виде серии «раскатов».

Почему в 16 часов всемирного времени на Земле в 2 раза больше гроз, чем в 04 часа?

В 16 часов всемирного времени (что соответствует 19 часам московского времени или 20 часам «летнего» московского времени) наибольшая часть материковой суши Земли освещается и прогревается Солнцем, так что создаются условия для наиболее вероятной грозовой активности в восходящих потоках воздуха.

Восходящие потоки над поверхностью океана по ряду причин образуются хуже: океан обладает большей тепловой инерцией и его труднее взять и «прогреть», поверхность океана ровная (в отличии от горных районов суши), и т. п. Поэтому и грозы над акваторией мирового океана случаются заметно реже, чем над поверхностью суши.

Почему зимой гроз не бывает?

Разумеется, в вопросе имеется ввиду зимний климатический период (когда температура воздуха ниже 0 °C), а не календарная зима.

Зимой нет условий для образования восходящих потоков воздуха (снег не может резко прогреться солнечными лучами) и дальнейшей последовательности описанных выше атмосферных явлений, называемых грозой.

Отметим, что грозы зимой всё же изредка наблюдаются (примерно один раз в несколько лет в данной местности[1]). Случаются они как правило из-за мощных пришлых холодных атмосферных фронтов, быстро вытесняющих наверх встречающиеся на их пути относительно тёплые (но всё же имеющие отрицательную температуру, как и положено зимой) и насыщенные влагой (в соответствии со своей температурой) приземные слои воздуха.

Все рассуждения про взаимосвязь природных явлений всегда носят несколько условный характер. Вполне естественные и логичные предположения о том, что отсутствие гроз зимой связано с низкой (отрицательной) температурой приземных слоёв атмосферы, а также снежным покровом земли и ледяным покровом водоёмов, практически невозможно проверить. В самом деле, нельзя же поставить эксперимент и специально для проверки этих предположений убрать зимой весь снег и лёд и прогреть воздух.

Жюри, предлагая школьником вопрос «Почему зимой гроз не бывает?» на турнире 1 октября 2006 года, совершенно не предполагало, что зима 2006/2007 учебного года окажется аномально тёплой[2]. Вопрос (и предполагаемые ответы) не были рассчитаны на такую зиму!

Но природа «эксперимент» поставила: зима есть, а с начала календарной зимы до 12 января 2007 года (когда этот текст сдаётся в печать) в Москве практически не было ни отрицательных уличных температур, ни снега и тем более снежного и ледяного покрова на суше и водоёмах. И действительно, например,

[1]Это касается достаточно сильных, наблюдаемых зимних гроз, обычно отмечаемых жителями и средствами массовой информации как интересное и уникальное природное явление.

Точная метеорологическая аппаратура в районе Москвы, например, фиксирует в зимний период в среднем 1,5 грозовых дня в месяц.

[2]Так, по многоим календарным датам этой зимы были зафиксированы рекордно высокие температуры за всю историю регулярных метеорологических наблюдений в Москве

15.12.2006 и 28.12.2006 в Москве наблюдались грозы (после чего в интернете было опубликовано достаточно много свидетельств очевидцев, их легко найти, воспользовавшись контекстным поиском).

Но зимой грозы всё равно происходят редко. И это тоже естественно. Несмотря на «летнюю» температуру воздуха и отсутствие снега, режим солнечного освещения всё равно зимний, как и в любую другую зиму — короткий световой день, низкое положение Солнца над горизонтом. Несмотря на то, что погода в Москве зимой 2006/2007 учебного года приземные слои воздуха были преимущественно влажными (погода — действительно очень «сырая»), солнечного освещения оказалось недостаточно, чтобы прогреть приземный влажный воздух и сформировать восходящие воздушные потоки, необходимые для возникновения грозы.

Из песни: «В ночь перед бурею на мачтах горят святого Эльма свечки» — что это за явление?

Это — первая строчка из песни Булата Окуджавы «Пиратская лирическая», в которой использован сюжет средневековых легенд, связанных с этим атмосферным электрическим явлением.

Когда грозовое облако проходит над поверхностью земли, положительные заряды в его нижней части притягивают к себе свободные электроны, которые концентрируются в наиболее выступающих вверх предметах. Особенно высока концентрация электронов на одиноко стоящих деревьях, зданиях, башнях, мачтах и других вертикальных выступах, с которых начинается интенсивное истечение электронов (грозовые атмосферные токи), иногда наблюдаемое как холодное свечение или коронный разряд. Чаще всего такое свечение возникает на шпилях церквей, мачтах кораблей. А также на мачтах высоковольтных линий электропередач, антеннах, высоких заводских трубах и т. п. (хотя это уже не совсем исторически справедливо — таких предметов в средние века, когда возникло название «Огни святого Эльма», разумеется, не было).

Критерии проверки и награждения

Выполнение каждого задания условно оценивалось в баллах. Как правило, за каждый верно названный астрономический или геологический объект, природное явление, объяснение и прочие логически обособленные части ответа давался 1 балл.

За рассмотрение наиболее сложных моментов (в решениях они отмечены знаком ◊) давалось 2 балла.

Ошибки никак не оценивались.

Задание условно считалось выполненным (засчитывалось), если за него получено 4 балла или больше.

При награждении учитывалась сумма баллов по всем заданиям, количество заданий, которые считались решёнными, а также класс, в котором учится школьник. Итоговые оценки «v» (грамота за успешное выступление на конкурсе по астрономии и наукам о Земле) и «e» (балл многоборья) ставились в соответствии со следующими критериями:

класс	сумма баллов для «e»	сумма баллов для «v»
$\leqslant 5$	$\geqslant 5$ (или $\geqslant 1$ задания)	$\geqslant 10$ (или $\geqslant 1$ задания)
$\leqslant 6$	$\geqslant 6$ (или $\geqslant 1$ задания)	$\geqslant 11$ (или $\geqslant 1$ задания)
$\leqslant 7$	$\geqslant 6$ (или $\geqslant 1$ задания)	$\geqslant 12$ (или $\geqslant 1$ задания)
$\leqslant 8$	$\geqslant 7$ (или $\geqslant 1$ задания)	$\geqslant 14$ (или $\geqslant 1$ задания)
$\leqslant 9$	$\geqslant 8$ (или $\geqslant 1$ задания)	$\geqslant 15$ (или $\geqslant 2$ заданий)
$\leqslant 10$	$\geqslant 9$ (или $\geqslant 1$ задания)	$\geqslant 16$ (или $\geqslant 2$ заданий)
$\leqslant 11$	$\geqslant 10$ (или $\geqslant 2$ заданий)	$\geqslant 17$ (или $\geqslant 3$ заданий)

(В случае, если поставлена оценка «v», оценка «e» не ставится.)

По принятым критериям награждения победителями признаются как школьники, формально верно ответившие на нужное число вопросов (1, 2 или 3, в зависимости от класса; при этом достаточно формально верных ответов и не важно, насколько эти ответы подробные), так и школьники, давшие подробные и содержательные ответы и набравшие за них нужную сумму баллов (и при этом, наоборот, не важно формальное количество заданий).

Отметим, что творческие задания (а именно такими в основном и являются задания астрономического конкурса) практически невозможно оценить по строгой формальной шкале. Выставленные баллы являются условными и предназначены для определения участников, получающих похвальные грамоты за успешное выступление на астрономическом конкурсе. При проверке работ в случае, когда наличие похвальной грамоты очевидно, высокие баллы ставились творчески и в некоторой степени произвольно, на усмотрение проверяющих. Согласований по разным работам в этом случае не проводилось (такая работа — технически сложная и в данном случае ненужная). Поэтому разные школьники, получившие похвальные грамоты, за примерно одинаковые по качеству работы вполне могли получить существенно разные суммы баллов. Использование суммы баллов для определения абсолютных победителей или сравнения уровня астрономических знаний участников, по мнению жюри, не является правильным.

2005

XXVIII ТУРНИР им. М. В. ЛОМОНОСОВА

25 сентября 2005 г.

ОТЧЕТ

Ломоносовский турнир — ежегодный турнир по разным предметам для всех желающих школьников. Традиционно он проводится в последнее воскресенье перед первой субботой октября. XXVIII турнир состоялся 25 сентября 2005 года. Следующий, XXIX Турнир им. Ломоносова планируется провести **в воскресенье 1 октября 2006 года**.

Весь турнир длится 5 часов. Сколько предметов выбрать, сколько времени потратить на каждый из них и в какой последовательности — каждый участник решает сам (конкурсы проходят в разных аудиториях и всегда можно перейти из одной аудитории в другую). Жюри не определяет самых лучших участников (1, 2, и 3 места). Грамотами «за успешное выступление на конкурсе по... (предмету)» награждаются все школьники, написавшие хорошие работы. Такие работы отмечаются латинской буквой «v». Когда-то это было «внутренним» обозначением жюри. Но оно оказалось очень удачным и стало общеупотребительным. Например, на почтовой открытке (а почти всем участникам посылаются открытки с результатами по каждому заданию каждого конкурса, в котором участник участвовал) удобнее поставить одну букву «v», чем печатать полностью «грамота за успешное выступление» — места на открытке мало, а предметов может быть много, иногда все девять: математические игры, математика, физика, химия, история, биология, лингвистика, астрономия и науки о Земле, литература.

Ещё одна традиция турнира — буква «e». Она ставится вместо «v» за «промежуточные» результаты по предметам, когда в работе достигнуты определённые успехи, но грамоту за это участник не получил. Если у одного участника окажется две (или больше) буквы «e» — его работа на разных конкурсах будет отмечена грамотой «за успешное выступление по многоборью». Но ещё раз отметим, что на турнире главное — не борьба, а то, что участники турнира узнают и чему научатся на само́м турнире (решая предложенные задания самостоятель-

но или прочитав эту книжку), на кружках и в школах, куда их пригласят (всем школьникам, пришедшим на турнир в Москве, выдаётся листок с расписанием олимпиад и кружков на учебный год).

В данном сборнике содержатся задания, а также ответы и комментарии к ним всех конкурсов турнира по разным предметам. Отметим наиболее интересные задания и темы.

2005 год объявлен «Годом физики» в честь 100-летия теории относительности А. Эйнштейна. Этому событию посвящены задания конкурсов по **астрономии** и **истории**.

29 марта 2006 года состоится полное солнечное затмение. Наблюдать его можно будет в том числе и на российской территории, поэтому среди наблюдателей этого интересного природного явления, как мы надеемся, будут и участники турнира. Подробнее про это они также смогут узнать из материалов конкурса по астрономии.

Решив (или прочитав решение) задачу № 5 конкурса по математике, вы узнаете, как с помощью простых арифметических операций ($+$, $-$, $\times$, $:$) можно искать и выбирать числа. Две первые задачи (про Васю и Петю), для младших школьников, наглядно демонстрируют интересные математические ситуации, связанные со скидками в торговле.

Условие игры «Неравные кучки» из конкурса по **математическим играм** очень простое. Но за ним «прячется» интересное и содержательное математическое решение.

Из материалов конкурса по **физике** вы узнаете про систему зеркал, с помощью которой можно «повернуть» изображение вокруг оптической оси на любой угол, а также о том, как такие системы придумывают. Другая интересная задача — о пузырьках воздуха, вмёрзших в лёд (см. фотографию на стр. 491).

Школьники, интересующиеся **химией**, смогут узнать из материалов химического конкурса про различные серные кислоты: про H_2SO_4, H_2SO_3 (которые проходят в школе) и менее известные $H_2S_2O_7$, $H_2S_2O_8$, $H_2S_2O_3$, $H_2S_2O_4$, $H_2S_2O_5$, H_2SO_5.

Обыкновенные мухи нам обычно надоедают. Но с точки зрения **биологии** они — обычный биологический вид, со сложной системой взаимодействий с другими живыми организмами. И, оказывается, во многих случаях (подробно рассмотренных в одном из заданий биологического конкурса) мухи могут приносить пользу человеку.

Из заданий конкурса по **лингвистике** вы узнаете про тонкости деления на слоги слов русского языка и про основанные на этом стихотворные приёмы, о предлоге *под* в персидском языке, а также о некоторых «хитростях» шведского языка и языка дабидá (на нём говорят более 50 тысяч человек в Кении, в Восточной Африке).

Одно из заданий конкурса по **литературе** посвящено интересному литературном жанру «идиллия», возникшему ещё в Древней Греции.

В этом году в Москве в Ломоносовском турнире приняли участие 5989 школьников, которые написали 18924 работы по разным предметам. 3202 участника были награждены грамотами за успешное выступление. Из них 1848

школьников получили грамоты за успешное выступление по одному из предметов или в многоборье, 681 — по двум предметам, 204 — по трём. Сразу по четырём предметам награды получили 42 участника, по пяти предметам — 9 человек, рекордный результат — 6 предметов — принадлежит одной московской школьнице. Ещё раз отметим, что жюри никогда не рассматривало Ломоносовский турнир как соревнование по количеству предметов, но всегда с удовольствием отмечает достигнутые участниками успехи.

В этом году кроме Москвы турнир был организован в городах Санкт-Петербург, Оренбург, Самара, Волгодонск, Харьков, Севастополь, Курск, а также, при содействии Научно-методического центра «Школа нового поколения», в школах ряда регионов России.

Открытая публикация полных результатов — ещё одна из традиций турнира. Именно на этом этапе выясняется и исправляется большое количество недоразумений и ошибок. В этом году оргкомитет принял решение публиковать в интернете (http://www.mccme.ru/olympiads/turlom/2005) персональные данные участников только в зашифрованной форме (но так, чтобы каждый школьник мог узнать свои результаты). Все результаты проверки при этом опубликованы полностью, и любой желающий может сравнить свои результаты с другими, а также провести статистическую обработку этих результатов.

Кроме того, также была опубликована в интернете компьютерная программа, по которой жюри подводит итоги турнира, и её исходный текст. Ошибок в самой опубликованной программе пока никто не нашёл, но в результате было обнаружено и исправлено несколько других неточностей.

Разумеется, какие-то погрешности всегда остаются, поэтому приведённые результаты нельзя считать абсолютно точными. Оргкомитет приносит извинения всем участникам, так или иначе ощутившим недостатки в нашей работе (которые на любом массовом мероприятии неизбежны).

В этом году в Москве (и окрестностях) было организовано 24 места проведения Ломоносовского турнира. Это московские ВУЗы (МГУ, МИРЭА, МАИ и СТАНКИН), московские школы, гимназии, лицеи №№ 5, 152, 444, 520, 853, 905, 1018, 1299, 1538, 1544, 1564, 1567, 1580, 1678, 2007, школа-интернат «Интеллектуал», а также образовательные учреждения в городах Раменское и Электросталь.

Торжественное закрытие Турнира, вручение грамот и призов школьникам, принимавшим участие в турнире в Москве, состоялось 11 декабря 2005 года в Московском государственном университете.

Оргкомитет благодарит всех, кто в этом году принял участие в организации турнира. По нашим оценкам это более 500 человек — сотрудников и руководителей принимающих организаций, школьных учителей, студентов, аспирантов, научных работников, и многих других — всех принимавших участие в составлении и обсуждении заданий, организации турнира на местах, дежурстве в аудиториях, проверке работ, организации торжественного закрытия.

Кроме организаций, непосредственно организовавших турнир на своей территории в Москве (упомянуты выше), Санкт-Петербурге, Оренбурге, Харькове (ФМЛ № 27), Севастополе (школа № 8 МО РФ) Самаре (Самарский го-

сударственный университет), городах Курск, Волгодонск, Раменское, Электросталь, оргкомитет благодарит также следующие организации: Московская городская Дума, Департамент образования города Москвы, Российская Академия наук, Московский институт открытого образования, Оргкомитет международного математического Турнира городов, Московский центр непрерывного математического образования, Независимый московский университет, Российский государственный гуманитарный университет, Московский государственный технический университет, Научно-методический центр «Школа нового поколения», Компьютерный супермаркет НИКС и Корпорация Boeing, оказавшие существенную помощь оргкомитету и непосредственно организаторам турнира на местах.

Отдельно хотелось бы поблагодарить московских (и не только) школьников — участников традиционной зимней школы, проходившей с 3 по 9 января 2006 года в подмосковном наукограде Пущино. Ребята проделали большую работу по редактированию настоящего текста, как всегда, замечая многие ошибки, опечатки и несуразности, «незаметные» для взрослых.

В интернете по адресу http://www.mccme.ru/olympiads/turlom опубликованы электронные материалы турниров этого года и предыдущих лет.

КОНКУРС ПО МАТЕМАТИКЕ

Задания

В скобках указано, каким классам рекомендуется задача; решать задачи более старших классов также разрешается.

1. (6–7) Мама дала Васе денег на 30 карандашей. Оказалось, что в магазине карандашная фабрика проводит рекламную акцию: в обмен на чек о покупке набора из 20 карандашей возвращают 25% стоимости набора, а в обмен на чек о покупке набора из 5 карандашей 10%. Какое наибольшее число карандашей может купить Вася?

2. (6–8) Пете мама тоже дала денег на карандаши. Условия рекламной акции такие же (см. задачу 1). Петя постарался купить как можно больше карандашей и в результате он смог купить на 12 карандашей больше, чем просила мама. На сколько карандашей мама давала денег?

3. (6–9) Закрасьте в квадрате 9×9 несколько клеток так, чтобы из центра квадрата не были видны его стороны (то есть любой луч, выходящий из центра, задевал какую-нибудь закрашенную клетку хотя бы по углу). Нельзя закрашивать клетки, соседние по стороне или углу, а также центральную клетку.

4. (6–9) В вершинах правильного девятиугольника расставляют числа 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, после чего на каждой диагонали пишут произведение чисел, стоящих на её концах. Можно ли так расставить числа в вершинах, чтобы все числа на диагоналях были разные?

5. (8–11) Среди чисел a, b, c есть два одинаковых. А оставшееся число — другое. Составьте такое арифметическое выражение из букв a, b, c, знаков $+$, $-$, $\times$, $:$ и скобок, чтобы в результате вычислений получилось это число. (Скобки, знаки и буквы можно использовать любое количество раз.)

6. (9–11) На доске нарисован пятиугольник, вписанный в окружность. Маша измерила его углы и сказала, что они равны $80°$, $90°$, $100°$, $130°$, $140°$ (именно в таком порядке). Права ли Маша? Ответ обоснуйте.

7. (10–11) Сумма трёх положительных углов равна $90°$. Может ли сумма косинусов двух из них быть равна косинусу третьего?

Решения к заданиям конкурса по математике

1. Заметим, что 25% от стоимости 20 карандашей — это стоимость 5 карандашей, а 10% от стоимости 5 карандашей — это половина стоимости карандаша.

Ясно[1], что для получения максимальной скидки Вася должен действовать так:

[1]Обратите внимание, что это рассуждение верно для случая, когда нельзя (что соответствует условию задачи) временно «добавлять» свои деньги. Иначе оптимальная тактика покупок может быть иной.

1. Пока хватает денег, покупать набор из 20 карандашей и сразу обменивать чек на выходе;

2. если не хватает денег на 20 карандашей, но хватает на 5, покупать набор из 5 карандашей и сразу обменивать чеки на выходе;

3. в крайнем случае покупать отдельные карандаши.

Действуя таким образом, Вася сначала купит коробку из 20 карандашей и получит на выходе из магазина стоимость 5 карандашей. После этого у него будет денег на 15 карандашей. Потом он купит три набора из 5 карандашей и получит на выходе стоимость 1,5 карандашей. На оставшиеся деньги он купит 1 карандаш. Итого: 36 карандашей.

2. Повторяя рассуждения задачи 1, можно убедиться, что, если мама дала Пете денег на 49 карандашей, то он смог купить 61 карандаш, то есть на 12 карандашей больше, чем просила мама. Значит, 49 — один из ответов.

Аналогично, можно проверить, что, если мама дала Пете денег на 50 карандашей, то он смог купить 66 карандашей, то есть на 16 карандашей больше, чем просила мама. А если мама дала Пете денег на 48 карандашей, то он смог купить 59 карандашей, то есть на 11 карандашей больше, чем просила мама.

Ясно, что, чем больше денег дала мама Пете, тем больше он смог выиграть из-за акции. Следовательно, мама не могла ему дать денег ни больше, чем на 49 карандашей, ни меньше, чем на 49 карандашей, а значит, 49 — единственный ответ.

3. Две возможных раскраски изображены на рисунках

4. Составим «таблицу умножения» для чисел от 1 до 9.

Произведение для каждых двух сомножителей мы записали в таблицу только один раз. То есть, если, например, в клетку «4×7» мы поставили число 28, то клетку «7×4» оставили пустой. Мы также не заполнили клетки «1×1», «2×2», «3×3» и т. д., потому что такие произведения нам встретиться не могут (в условии каждое число дано только один раз).

	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1		2	3	4	5	**6**	7	**8**	9
2			**6**	**8**	10	**12**	14	16	**18**
3				**12**	15	**18**	21	**24**	27
4					20	**24**	28	32	36
5						30	35	40	45
6							42	48	54
7								56	63
8									72
9									

Мы видим, что некоторые значения произведений встречаются по два раза (они выделены жирным шрифтом), а остальные — по одному разу.

Например,

$$1 \times 6 = 2 \times 3 = 6.$$

Чтобы число 6 не оказалось написанным на двух диагоналях, нужно поставить рядом (на концах одной их сторон 9-угольника; сторона диагональю не считается) или числа 1 и 6, или числа 2 и 3 (разумеется, можно разместить и 1 и 6 рядом друг с другом, и 2 и 3 рядом друг с другом — тогда число 6 не будет написано вообще ни на одной диагонали). Аналогично следует поступить и с другими такими сомножителями.

Составим полный список значений произведений, которые в таблице встречаются по два раза (и укажем, как именно эти значения получаются):

$$\begin{aligned} 6 &= 1 \times 6 = 2 \times 3 \\ 8 &= 1 \times 8 = 2 \times 4 \\ 12 &= 2 \times 6 = 3 \times 4 \\ 18 &= 2 \times 9 = 3 \times 6 \\ 24 &= 3 \times 8 = 4 \times 6 \end{aligned}$$

Нам достаточно расставить числа так, чтобы из каждой строчки сомножители хотя бы одного произведения стояли рядом (то есть на стороне 9-угольника, а не на диагонали). Например, это можно сделать так (мы поставили рядом сомножители первого произведения в каждой строчке):

— 3— 8— 1— 6— 2— 9— 4— 5— 7—

5. Например,

$$\frac{a(a-b)(a-c)}{(a-b)(a-c)+(b-c)}+\frac{b(b-c)(b-a)}{(b-c)(b-a)+(c-a)}+\frac{c(c-a)(c-b)}{(c-a)(c-b)+(a-b)}.$$

Другой вариант:

$$\frac{a(a-b)(a-c)+b(b-a)(b-c)+c(c-a)(c-b)}{(a-b)(a-c)+(b-a)(b-c)+(c-a)(c-b)}.$$

6. Обозначим вершины пятиугольника $ABCDE$ так, что

$$\angle EAB=80^\circ,\qquad \angle ABC=90^\circ,\qquad \angle BCD=100^\circ,$$
$$\angle CDE=130^\circ,\qquad \angle DEA=140^\circ.$$

Углы $\angle EAB$ и $\angle ECB$ являются вписанными для одной и той же окружности (для той, в которую по условию вписан пятиугольник $ABCDE$), опираются на одну и ту же хорду EB и лежат по разные стороны от этой хорды, поэтому $\angle EAB+\angle ECB=180^\circ$ (по теореме о вписанном четырёхугольнике, для четырёхугольника $ABCE$).

Тогда $\angle ECB=180^\circ-\angle EAB=180^\circ-80^\circ=100^\circ=\angle BCD$.

Но луч CE лежит между лучами CB и CD, значит $\angle ECB<\angle BCD$. Полученное противоречие доказывает, что такого пятиугольника не существует.

7. Пусть α,β,γ — данные углы. Так как все они положительны, а сумма равна 90°, все они меньше 90°. Следовательно, $\cos\gamma=\cos(90^\circ-\alpha-\beta)=\sin(\alpha+\beta)=\sin\alpha\cos\beta+\cos\alpha\sin\beta<\cos\beta+\cos\alpha$, а значит $\cos\gamma\neq\cos\alpha+\cos\beta$.

Другое решение. Пусть α, β и γ — углы, удовлетворяющие условию задачи, и $\cos\alpha+\cos\beta=\cos\gamma$. Это равносильно выполнению равенства:

$$\sin(90^\circ-\alpha)+\sin(90^\circ-\beta)=\sin(90^\circ-\gamma).$$

Заметим, что углы $(90^\circ-\alpha)$, $(90^\circ-\beta)$ и $(90^\circ-\gamma)$ также положительные (иначе какой-нибудь из углов α, β, γ должен быть не меньше 90°, что противоречит условию), а их сумма равна 180°. Следовательно, существует треугольник с такими углами. Умножим обе части полученного равенства на $2R$, где R — радиус окружности, описанной около треугольника. Тогда для сторон треугольника выполняется равенство $a+b=c$, что невозможно.

Критерии проверки и награждения

Было предложено 7 заданий.

По результатам проверки каждого задания ставилась одна из следующих оценок:

$$+! \qquad + \qquad +. \qquad \pm \qquad \frac{+}{2} \qquad \mp \qquad -. \qquad - \qquad 0$$

Верно решённая задача оценивалась знаком «+», решение с незначительными недочётами «+.», с более серьёзными недочётами и пробелами «±», очень хорошие решения отмечались оценкой «+!»; решения, доведённые примерно до половины, оценивались знаком «+/2», за существенные продвижения в решении (при отсутствии само́го верного решения) ставилась оценка «∓», незначительные продвижения оценивались знаком «−.», отсутствующие в работе задачи при проверке условно обозначаются оценкой «0».

Такая сложная система оценок является традиционной для московских математических олимпиад. Она сложилась за многолетнюю олимпиадную историю и прежде всего позволяет сообщить школьнику в краткой, но содержательной форме информацию о достигнутых им успехах (все оценки высылаются школьникам по почте, а также публикуются на www-странице Ломоносовского турнира http://www.mccme.ru/olympiads/turlom), а также помогает жюри во время работы точнее ориентироваться в ситуации и, тем самым, уменьшить количество ошибок.

При подведении формальных итогов используется простой алгоритм, ориентирующийся в основном на количество решённых заданий (тонкая разница между различными оценками не учитывается). А именно, вычисляется 6 чисел.

A_1 = количество оценок не хуже ± за задачи младших классов
A_2 = количество оценок не хуже ± за задачи своего класса
A_3 = количество оценок не хуже ± за задачи старших классов

B_1 = количество оценок не хуже +/2 за задачи младших классов
B_2 = количество оценок не хуже +/2 за задачи своего класса
B_3 = количество оценок не хуже +/2 за задачи старших классов

Затем подводятся формальные итоги следующим образом.

Оценка **v** (грамота за успешное выступление в конкурсе по математике) ставилась в следующих случаях:
1. класс не старше 6 и $B_1 + B_2 + B_3 \geqslant 1$;
2. класс не старше 8 и $A_2 + A_3 \geqslant 1$;
3. $A_2 + A_3 \geqslant 2$ в любом классе.

Оценка **e** (балл многоборья) ставилась школьникам, не получившим грамоту, в следующих случаях:
1. класс не старше 6 и $A_1 + B_2 + B_3 \geqslant 1$;
2. класс не старше 8 и $A_1 + B_2 + B_3 \geqslant 2$;
3. $A_2 + A_3 \geqslant 1$ в любом классе;
4. $A_1 + B_2 + B_3 \geqslant 4$ в любом классе.

КОНКУРС ПО МАТЕМАТИЧЕСКИМ ИГРАМ

Условия игр

Уважаемые участники! Ниже приведены правила четырёх игр и задания по ним. Мы настоятельно рекомендуем не браться за несколько игр разом, а прочесть условия и выбрать ту, которая кажется более привлекательной. Проиграйте различные варианты игры, почувствуйте её и попытайтесь выполнить задания. Более-менее серьёзный анализ даже только одной игры заведомо позволит считать Вас одним из победителей конкурса. Если в выбранной Вами для решения игре Вы обнаружили какие-то закономерности, принципы, сумели разобрать не указанные в заданиях достаточно общие случаи, напишите об этом тоже.

1. «Неравные кучки»

Правила. Есть куча из нескольких камней. За ход можно разбить одну из имеющихся куч на две непустых. При этом требуется, чтобы ни в какой момент не было двух одинаковых куч. Тот, кто не сможет пойти, проигрывает.

Задания.

1) При игре в 16 камней начинающий сделал ход $5+11$. Покажите, как теперь второй игрок сможет победить.

2) При игре в 16 камней начинающий сделал ход $5+11$. Приведите пример (неудачного) хода второго игрока, после которого он проиграет.

3) Кто победит при игре в 11 камней? Обоснуйте свой ответ.

4) А кто победит в игре в 22 камня? Обоснуйте свой ответ.

2. «Шашки по-новому»

Правила. Чёрные и белые шашки играют на клетчатой доске. Изначально их поровну, и они стоят в верхнем и нижнем ряду доски. Шашка за ход может перейти в любую смежную по стороне свободную клетку или побить шашку соперника, стоящую в любой из четырёх смежных по углу клеток (побившая шашка ставится на место побитой, побитая — снимается с доски). Бить не обязательно, но цель игры — побить все шашки противника.

Задания.

Позиция 1 Позиция 2 Позиция 3 Позиция 4 Позиция 5 Позиция 6

1) В позиции 1 белые начинают и имеют преимущество в одну шашку. Найдите выигрыш для белых. В той же позиции укажите возможный (неудачный) ход белых, который приведёт их к проигрышу.

2) Опишите возможные партии из начальной позиции 2. Кто из игроков добьётся победы?

3) В позициях 3 и 4 начинают белые. Докажите, что они проигрывают позицию 3, но побеждают в 4. Как вы думаете, когда в двухшашечных позициях будут побеждать белые, а когда чёрные?

4) В позиции 5 начинают чёрные. Покажите, что при любом их ходе им не удастся избежать поражения.

5) Найдите выигрыш за белых из позиции 6.

3. «Дороги»

Правила. В стране два главных города, А и Б. Многие города соединены просёлочными дорогами (карты прилагаются). Две строительные фирмы по очереди асфальтируют по одной дороге. Та фирма, после хода которой впервые возникает возможность проехать по асфальту от А до Б, объявляется победительницей, а другая проигрывает.

Задания.

Карта 1 Карта 2 Карта 3 Карта 4 Карта 5

1) Какая фирма, та, которая начинает, или её соперница, победит на карте № 1?

2) Тот же вопрос про карту № 2.

3) Тот же вопрос для карты № 3 (здесь n «перемычек»)?

4) Кто победит для карты № 4?

5) Кто победит для карты № 5?

6) А кто победит для карты, обобщающей два последних случая и выглядящей как прямоугольник $m \times n$ клеточек?

4. «Бусы из скрепок»

Правила. Есть цепочка из белых и красных скрепок, общее количество которых нечётно. Игрок за один ход может отцепить себе с любого края цепочку из нескольких скрепок, но так, чтобы она была «красивой», то есть симметричной, не менялась при переворачивании. Цепочка из одной скрепки считается красивой. Если вся цепочка красивая, можно одним ходом забрать её целиком. У кого к концу игры окажется больше скрепок, тот и победил.

Задания.

1) Докажите, что какова бы ни была цепочка из более чем двух скрепок, игрок может отцепить от неё по крайней мере две скрепки за ход.

2) Кто из игроков победит при игре с цепочкой
КБКБББККБББКБКБ ?
(Буквами К и Б обозначены красная и белая скрепки.)

3) Кто из игроков победит при игре с цепочкой
ККБККББКБКККБКББККБКБ ?

Комментарии и решения математических игр

Как и в прошлые годы, конкурс по математическим играм оказался достаточно популярным, собрав почти полторы тысячи участников. В этом году устроители решили несколько отойти от традиций и предложить не игры, в которых требуется отыскать выигрышную стратегию (такие игры по сути представляют собой математические задачи определённого типа), а игры, стратегия в которых в общем случае неясна, но в которые можно просто играть, параллельно подмечая закономерности игры, совершенствуясь в игре. Для самых юных участников в нескольких местах проведения Турнира были устроены сеансы игр, а иногда даже чемпионаты по той или иной игре, победители которых приравнивались к традиционным победителям конкурса, то есть авторам лучших письменных работ.

В качестве письменных заданий по каждой игре предлагались частные случаи, определённые игровые ситуации, этюды, в которых надо было найти выигрыш для одного из игроков. Но даже решая этюд, демонстрируя игру одного из игроков, требовалось доказывать, что при любой возможной игре соперника тот проиграет. Но к сожалению, опять, как и в прошлые годы, великое множество работ не содержало ничего, кроме ответов «победит такой-то игрок» или примеров партий. Типичное «решение» задачи при этом было таким: «Он туда, я сюда, он туда, я сюда, он туда, я сюда, он туда, я сюда, и я победил!« «Я сюда» — это на здоровье, но почему он обязательно «туда»? По-другому не может, или ему это почему-то (почему?) невыгодно? На эти вопросы в подавляющем большинстве работ ответа, увы, не было.

Игра № 1. («Неравные кучки») Эта игра оказалась, несмотря на предельно простые правила, весьма сложной и коварной.

Решение пункта 1. Второй игрок должен сделать ход $2+3+11$ или $1+4+$ $+11$. Теперь первый обязан разбить 11. У него есть три варианта сделать это, но второй игрок все их сведёт к $1+2+3+4+6$.

Решение пункта 2. Все варианты хода второго игрока, разбивающие 11, приводят к проигрышу. Если второй ходит $5+2+9$, то первый побеждает $1+2+5+8$, во всех прочих случаях он добивается позиции $1+3+5+7$.

Играя в эту игру, сначала думаешь, что её исход предопределён заранее, что как ни играй, все придёт к «каноническому» варианту $1+2+3+4+\ldots$ Однако, уже пример с числом 16 показывает, что это не так. Вот что автору удалось понять про игру. Во-первых, как справедливо писали некоторые участники, каждый ход увеличивает число куч на одну, причём рано или поздно конструкция станет «далее неразложимой», так вот, если она будет состоять из чётного числа куч, победит первый, а иначе второй. Это бесспорно так, но таких «конечных разложений» у многих чисел несколько, и среди них есть разложения разной чётности. Поэтому игра наобум может привести как к победе первого, так и второго игроков. Компьютерный анализ показал, что разложения разной чётности есть для $n=11$, $n=16$ и, видимо, для всех $n \leqslant 21$. Этих вариантов много, их количество растёт с ростом n, и автору задачи даже с помощью компьютера на

данный момент не удалось понять, как выигрывать в эту игру за кого-то из игроков. О структуре «конечных разложений» (будем всегда записывать их по возрастанию чисел камней в кучах) известно, что они начинаются с 1 или 2 (иначе минимальное n разложилось бы на 1 и $(n-1)$), что с 2 может начинаться только набор вида $2+3+4+5+\ldots$ (докажите). Однако с 1 могут начинаться весьма разнообразные разложения. Легко убедиться, что минимальным по общей сумме конечным разложением в n куч будет $1+2+3+4+5+\cdots+n$, а максимальным — $1+4+6+8+10+\cdots+2n$. Разница в суммах равна $(n^2+n-2)/2$, что показывает, что диапазон чисел, теоретически допускающих конечное разложение в n куч, при больших n весьма велик.

Решение пункта 3. Победит первый. Ходит $2+9$, далее у второго три варианта: $2+1+8$, $2+3+6$ и $2+4+5$, но после любого из них первый побеждает: $1+2+3+5$. Отметим, что за неудачный ход, например $1+10$, первый будет немедленно наказан: $1+4+6$.

Решение пункта 4. Победит тоже первый. Начнём с того, что минимальное число будет 1, потому что общий вид разложений, начинающихся с двойки, указан выше, и 22 нельзя так разложить. Из оценок, также приведённых выше, следует, что число куч в конечном разложении числа 22 равно 5 или 6. Ищем суммы в пять слагаемых. Первое 1, пятое от 8 до 10, перебор показывает, что есть четыре варианта: $1+3+4+6+8$, $1+2+5+6+8$, $1+2+4+6+9$, $1+2+3+6+10$. Вариант с 6-ю слагаемыми тоже есть и один, конечно: $1+2+3+4+5+7$. Этот-то вариант и надо первому обеспечить, в то время как второй имеет целых четыре выигрышные комбинации. Однако победит именно первый! Обратим внимание, что если в какой-то момент появились кучи $2+3+4$ или $1+3+5$, то первый победил, потому что они уже никуда не денутся, а в победных комбинациях второго таких нет. Набор $3+4+5$ тоже гарантирует победу первому: тут, правда, 5 можно расщепить на $1+4$, но $1+2+3+4$ уже точно запрещает второму выигрыш. Теперь укажем правильную игру для первого. Первым ходом он может пойти $3+19$. Рассмотрим ходы второго. Если он будет разбивать 19, то ему нельзя создавать маленькие кучи. Именно, если он отщепит от девятнадцати 1, первый отщепит 5, если 2, то первый 4 и так далее до 5. Если второй отщепит 6, 7 или 9, то первый сможет их разбить на $1+5$, $2+5$ и $4+5$ соответственно и создать себе гарантию победы. На единственный же оставшийся ход второго $3+8+11$ первый ответит $1+3+7+11$ и победит, потому первому теперь надо разрушить и 7, и 11, а за один ход этого не сделать. Остаётся, правда, ещё возможность для второго разбивать вначале 3, а не 19. Но на $1+2+19$ первый ответит $1+2+7+12$ и снова кучи 7 и 12 второму за ход не разбить.

Мы очень просим всех, кому удастся понять что-то новое про эту игру, написать об этом в оргкомитет Турнира Ломоносова.

Игру эту, которую автор представлял себе как сосредоточенное, неторопливое раскладывание камней наподобие калаха, многие юные участники, в основном мальчики (видимо, опираясь на слово «разбить») восприняли почему-то как разудалую игру, где участники чуть ли не кидаются камнями: «Ударить по куче в 11 камней, и те перелетят к 5 камням» (Андрей, 7 класс, Москва); «Игрок дол-

жен стрелять по кучке из 5, тогда он разобьёт её на 2 и 3» (Виталик, 7 класс, Москва).

Игра № 2. («Шашки по-новому») Это довольно интересная игра, в которой знание теории помогает играть, но не лишает игру смысла и интереса.

Решение пункта 1. Удачный ход $b1 - b2$. Чёрные вынуждены идти назад, далее $b2 - b3$ и чёрные проигрывают. Неудачный ход $a1 - a2$. Чёрные ответят $b3 - b2$, далее белые будут вынуждены отдать шашку и проиграют (см. решение пункта 3).

Несмотря на приведённый пример, можно считать понятным[1], что игрок, имеющий материальный перевес, скорее всего быстро победит. Поэтому в дальнейшем будем считать, что из взятий шашек в правильной игре возможны только размены.

Решение пункта 2. Начало может быть двояким: $a1 - a2$ и $b1 - b2$. В обоих случаях следует размен, далее в одном из случаев чёрные шашки приближаются вплотную к белым, в другом ещё размен, после которого опять же черная шашка стоит вплотную к белой. Для белых это проигрыш. Итак, победят чёрные.

Решение пункта 3. Назовём расстоянием между шашками минимальное количество ходов, нужное одной из них, чтобы стать вплотную к другой. Ясно, что если это расстояние равно 0, то проигрывает тот, кому сейчас делать ход. Каждый ход игрока меняет чётность расстояния. В позиции 3 расстояние чётно. После каждой пары ходов оно останется таковым, причём чёрные могут не увеличивать его, а белые не могут неограниченно увеличивать или сохранять, поэтому чёрные рано или поздно сведут расстояние к 0 и тем самым победят. В позиции 4 расстояние нечётно, поэтому после первого (любого) хода белых они поставят чёрных в ситуацию, аналогичную той, в которой сами были в позиции 3, таким образом выиграв.

Решение пункта 4. На ход $b3 : c2$ белые ответят $b2 : a3$. На $a3 : b2$ ответом будет $c2 : b3$. После чего чёрные вынуждены меняться её раз, позиция становится двухшашечной с победой белых. Уклонение от размена тоже ничего не даст: на $b3 - c3$ разумным ответом будет $b2 : c3$, на $a2 - a1$ можно ответить $c2 : b3$.

Решение пункта 5. Белые могут сыграть $a2 : b3$. Чёрные побьют на $b3$. Далее белые предложат чёрным размен: $a1 : a2$. Чёрные будут вынуждены уклоняться от него, белые будут вынуждать чёрных к размену, а когда добьются его, то победят, так как суммарное расстояние между шашками нечётное, а размен не меняет чётности.

Игра № 3. («Дороги»)

Решение пунктов 1–3. Решим сразу общий случай. Если n нечётно, то победит первая фирма, асфальтируя среднюю перемычку и дальше следуя стратегии «отвечать симметрично при невозможности немедленно победить». Если n чётно, то выиграет вторая фирма, следуя той же стратегии «отвечать симметрично

[1] Строгого математического доказательства жюри не знает. Это рассуждение можно рассматривать только как наводящее соображение, а все решения, где оно использовано, нельзя считать строгими математическими доказательствами.

при невозможности немедленно победить». Уже на второй картинке видно, что уточнение «при невозможности немедленно победить» существенно.

Решение пунктов 4–6. Решим сразу общий случай. Победит первая фирма при m и n разной чётности, заасфальтировав центральную перемычку и следуя указанной выше стратегии. Иначе победит вторая, следуя ей же.

Такие ответы дали многие, но симметричность картинок-заданий заметили далеко не все. Стратегия в случае произвольной карты дорог авторам задания неизвестна.

Игра № 4. («Бусы из скрепок»)

Решение пункта 1. Если с краю есть две одноцветные скрепки, то можно отцепить их. Если разноцветные, например КБ. . . , то будет либо КББ. . . БК. . . , и можно взять КББ. . . БК, либо КББ. . . Б, но тогда по крайней мере две одноцветные есть с другого конца.

Решение пункта 2. Победит первый, взяв всё, кроме крайней справа скрепки.

Решение пункта 3. Победит второй.

В цепочке ККБККББКБКККБКББККБКБ есть «красивая середина» длиной 19: К(КБККББКБКККБКББККБК)Б Первый игрок может взять справа не более чем три скрепки, тогда второй от «середины» возьмёт 15 и победит. Слева первый может взять не более пяти, тогда второй от «середины» возьмёт 11 и тоже победит, так как это уже более половины.

Как справедливо замечали многие, игравшие в эту игру непосредственно, всё зависит от того, как составлена исходная цепочка. Кроме того, игра идёт напряжённее, если никто за один ход не может взять достаточно длинную цепочку. Автору задачи сперва казалось, что чем длиннее цепочка, тем более длинные «красивые» цепочки от неё можно отцеплять. Оказалось, что это не так: например, придумана сколь угодно длинная регулярная цепочка, от которой нигде нельзя отцепить более четырёх скрепок. Вот этот пример: ККБКББККБКББККБКББККБКБКББ. . .

Критерии оценок и награждения

Каждая задача оценивалась в баллах, баллы за разные задачи суммировались.

№ **1.** : баллы за полное решение каждого из пунктов 1–4: 4, 2, 5, 9. За пункт 4, если указано наличие конечных разложений разной чётности, ставилось не менее 4 баллов. Упоминание треугольных чисел вне явного контекста: 3 балла; разложение квадрата в сумму нечётных чисел: 3 балла.

Максимальное количество баллов 20. Задание считалось выполненным успешно, если за него набрано не менее 16 баллов.

№ **2.** : баллы за полное решение каждого из пунктов: 1) выигрыш 2 балла, проигрыш 2 балла — всего 4; 2) 3 балла; 3) 10 баллов (чётность); 4) 4 балла; 5) 5 баллов.

Максимальное количество баллов 20. Задание считалось выполненным успешно, если за него набрано не менее 16 баллов.

№ **3.** : баллы за полное решение каждого из пунктов 1–6: 1, 2, 6, 4, 5, 6. В пунктах 3 и 6 при отсутствии уточнения о немедленном выигрыше ставилось не более 3 баллов.

Максимальное количество баллов 12 (баллы за пункты складывались не арифметически, а с учётом того, что некоторые пункты являются частными случаями других). Задание считалось выполненным успешно, если за него набрано не менее 10 баллов.

№ **4.** : баллы за полное решение каждого из пунктов 1–3: 5, 3, 4. В некоторых случаях давались дополнительные баллы.

Максимальное количество баллов 12. Задание считалось выполненным успешно, если за него набрано не менее 10 баллов.

Оценка **e** (балл многоборья) ставилась в каждом из следующих случаев:
1. класс не старше 6 и сумма баллов не меньше 8;
2. сумма баллов не меньше 10 (в любом классе).

Оценка **v** (грамота за успешное выступление в конкурсе по математическим играм) ставилась в каждом из следующих случаев:
1. успешно выполнено не меньше одного задания;
2. класс не старше 6 и сумма баллов не меньше 13;
3. сумма баллов не меньше 15 (в любом классе).

В некоторых местах проведения турнира участники, кроме письменной работы, могли сдавать задачи устно (в этом случае ответы оценивались сразу, и участники, устно сдавшие хотя бы одну задачу, получали оценку **v**).

В Московском университете, кроме того, для младших школьников были организованы турниры между участниками по предложенным играм. Победители турнира также получали оценку **v** (считалось, что раз они стали победителями, то, значит, хорошо разобрались в тонкостях соответствующей игры).

Игры № 1 и № 4 для конкурса этого года предложил Александр Хачатурян, игру №3 — Александр Артемьев. Игра же № 2 — это «хорошо забытое старое»: сама она и все задания к ней заимствованы составителями из прекрасной статьи А. С. Ярского (который, вероятно, и придумал игру) в журнале «Математика в школе» (№ 4 за 1994 год). Мы благодарны все участникам конкурса, надеемся на встречу с ними в будущем году и приводим напоследок цитату из работы одной из самых юных участниц — шестиклассницы Сабины из Москвы: «В хорошем случае побеждать будет второй, если только он будет правильно мыслить».

КОНКУРС ПО ФИЗИКЕ

Задания

В скобках после номера задачи указаны классы, которым эта задача рекомендуется. Ученикам *7 класса и младше* достаточно решить **одну** «свою» задачу, ученикам *8 класса и старше* — **две** «своих» задачи. Решать остальные задачи тоже можно.

1. (6–8) По шоссе едет колонна автобусов. Длина колонны 1 км, скорость 60 км/ч. На пути встретился дорожный знак «30 км/ч». Каждый автобус, проехав мимо знака, снижает скорость и дальше едет с разрешённой скоростью 30 км/ч. Найти длину колонны после того, как все едущие в ней автобусы проедут мимо этого дорожного знака.

2. (7–9) Юный строитель подвесил груз (см. рисунок). Какую ошибку он допустил? Все элементы конструкции (кроме самого груза) считаются невесомыми, трение отсутствует.

3. (7–9) Самолёт марки ИЛ-96-300 имеет 4 двигателя. Сила тяги каждого двигателя достаточна для подъёма груза массой 16000 кг (то есть всего $4 \times 16000 = 64000$ кг). Однако допустимая для этого самолёта взлётная масса в 15 раз больше: 240000 кг. Как же самолёт взлетает?

4. (8–11) Весной во время таяния льда на водоёмах иногда можно заметить, что лёд пронизан длинными круглыми вертикальными каналами (диаметром примерно 1 мм), заполненными воздухом. Похожее явление наблюдается, когда лёд заполняет внутренность водосточной трубы. Но там каналы располагаются горизонтально по направлению от центра трубы к стенкам (если сама водосточная труба при этом располагалась вертикально). Предложите объяснение механизма образования таких каналов.

5. (8–11) Спортсмен едет на двухколёсном велосипеде по круглой велосипедной дорожке (вокруг круглого стадиона). Поверхность дорожки ровная, колёса по ней не проскальзывают. Радиусы переднего и заднего колёс велосипеда одинаковы. Какое колесо при этом вращается быстрее?

6. (9–11) Три одинаковых положительных точечных электрических заряда расположены в вершинах равностороннего треугольника. Изобразите (нарисуйте) картину силовых линий электростатического поля, создаваемого системой этих зарядов в плоскости, проходящей через заряды. Постарайтесь отметить характерные особенности картины силовых линий (как на рисунке, так и в тексте решения).

7. (8–11) Известные оптические системы (микроскоп, подзорная труба, перископ, кодоскоп, плёночный фотоаппарат, телескоп и т. п.) обычно позволяют получить или прямое изображение, или перевёрнутое (т. е. повёрнутое на 180°). А можно ли из линз и плоских отражающих поверхностей (зеркал) собрать оптическую систему, позволяющую наблюдать изображение, повёрнутое на какой-нибудь другой (не кратный 180°) угол?

8. (9–11) В аквариум с рыбками для вентиляции с поверхности воды подаётся струя воздуха. Образующиеся пузырьки воздуха при этом иногда не начинают сразу всплывать, а погружаются перед этим на некоторую глубину. Причём кинетической энергии пузырька ($mv^2/2$, где v — начальная скорость пузырька, m — масса воздуха в пузырьке) явно недостаточно для совершения работы против силы Архимеда в процессе погружения пузырька на наблюдаемую глубину.

Но пузырьки всё же погружаются, и это явно экспериментально наблюдается. В чём же здесь может быть дело?

9. (10–11) Незнайка, Винтик и Шпунтик, работая над проектом нового космического корабля, столкнулись со следующей технической проблемой.

Для выхода на околоземную орбиту космический корабль нужно разогнать не менее чем до первой космической скорости — примерно 7,9 км/с.

В тоже время средняя скорость теплового движения молекул воздуха при комнатной температуре составляет всего около 0,5 км/с.

Конструкторы пришли к выводу: после старта и разгона космического корабля до необходимой скорости 7,9 км/с находящийся внутри корабля воздух, в момент старта неподвижный (в системе отсчёта, связанной с Землёй), приобретёт относительно корпуса корабля такую же скорость (7,9 км/с). После ряда упругих соударений друг о друга и об стенки корабля направления движения молекул воздуха станут случайными, а скорости останутся прежними.

Температура пропорциональна кинетической энергии теплового движения молекул газа, т. е. квадрату скорости. Таким образом, в результате старта космического корабля температура воздуха в нём увеличится ориентировочно в $\left(\dfrac{7{,}9\ \text{км/с}}{0{,}5\ \text{км/с}}\right)^2 = 15{,}8^2 = 249{,}64$ раза, что может привести к проблемам в работе оборудования и создать неудобства для экипажа.

Посоветуйте Винтику, Шпунтику и Незнайке, как решить эту проблему.

Ответы и решения к заданиям конкурса по физике

1. Рассмотрим момент времени, когда первый автобус колонны подъехал к дорожному знаку. После этого последний автобус, двигаясь со скоростью 60 км/ч (в данный момент он находится от знака на расстоянии 1 км, т. е. на расстоянии длины колонны), проедет за время $\dfrac{1\ \text{км}}{60\ \text{км/ч}} = \dfrac{1}{60}$ ч $= 1$ мин. Первый автобус со скоростью 30 км/ч (т. е. в 2 раза меньше) успеет уехать за это время от дорожного знака на вдвое меньшее расстояние, т. е. на $\frac{1}{2}$ км $= 500$ м. После этого все автобусы едут с постоянной скоростью 30 км/ч, поэтому расстояние между первым и последним автобусом (это и есть длина колонны) меняться не будет. Мы получили ответ: 500 м.

Заметим, что если пренебречь длиной автобусов, то (теоретически) всё получается ровно как описано. При этом пропускная способность дороги, то есть количество автотранспорта, проезжающего мимо любой её точки, остаётся прежней (автобусы едут медленнее, но более плотно).

В реальной ситуации часто такое сокращение расстояние оказывается невозможным (из за размеров автотранспортных средств и необходимости соблюдения дистанции между ними в соответствии с правилами дорожного движения). Поэтому, при необходимости снижения скорости в каком-то месте дороги (дорожный знак, плохое качество дороги, авария и т. п.) едущие следом машины вынуждены снижать скорость не там, где для этого имеется непосредственная причина, а раньше. Следующие — ещё раньше, следующие за ними — ещё раньше, и так далее. Это явление, особенно хорошо знакомое московским школьникам, называется «пробка».

2. Приведённая система из блоков и нитей не может находится в состоянии равновесия при любой ненулевой массе груза.

Обозначим через T силу натяжения той нити, которая перекинута через все три блока. (Так как по условию эта нить невесома и трение в блоках отсутствует, сила натяжения одинакова по всей длине нити.)

Для примера укажем несколько противоречий (для решения, разумеется, достаточно указать любое одно).

1. Рассмотрим средний (по высоте) блок. Вверх на него действуют две нити с силой T каждая (всего $2T$), а вниз — только одна нить с силой T. Следовательно, этот блок не будет находиться в состоянии равновесия, а «улетит» вверх.

2. Горизонталь «1» нить с силой натяжения T пересекает три раза, а горизонталь «2» эта же нить с этим же натяжением пересекает только два раза. Между горизонталями нет никаких грузов и вообще ничего, что могло бы скомпенсировать эту разницу сил.

3. Для взлёта летательного аппарата совершенно не обязательно, чтобы установленные на нём двигатели могли уравновесить его силу тяжести. Например, у воздушного шарика (надутого гелием) или дирижабля вообще нет никаких двигателей.

Самолёт летает (и взлетает) в основном за счёт силы взаимодействия с воздухом (которую условно можно назвать «силой сопротивления»). Благодаря специальной форме корпуса (крыльям) эта сила взаимодействия (при достаточной скорости) оказывается направленной почти вертикально (перпендикулярно направлению полёта). Вертикальная составляющая этой силы как раз и компенсирует силу тяжести. И только горизонтальная составляющая (по величине в несколько раз меньше вертикальной) компенсируется силой тяги двигателей.

4. Трудно предположить, что лёд из каналов куда-то делся и туда вместо него попал воздух. Скорее всего льда там никогда и не было, а всегда был воздух.

Вот как это, например, могло получиться.

Лёд обычно образуется постепенно. Уже имеющийся массив льда охлаждается (например, отдавая теплоту атмосферному воздуху, непосредственно (водоём) или через металлические стенки водосточной трубы). В результате охлаждения

на границе льда с водой всё новые и новые слои воды охлаждаются и замерзают, превращаясь в лёд.

Допустим, на пути продвигающегося в глубь воды льда попался пузырёк воздуха. В этом месте лёд образовываться перестанет (там просто нет воды для замерзания), получится лунка.

Для образования длинного канала необходимо, чтобы эта ситуация была устойчивой. Выясним, почему это происходит, то есть почему лёд не может обойти с боку этот пузырёк и, оставив внутри себя полость с воздухом, продолжить намерзать дальше. Дело здесь видимо в том, что вокруг пузырька образуется кромка льда, которая с одной стороны соприкасается с воздухом (пузырьком), имеющим плохую теплопроводность, а с другой стороны — с водой. В результате условия для охлаждения воды около этой кромки хуже, чем вокруг, поэтому и лёд на этой кромке нарастает медленнее. Чем больше лёд «попытается» обхватить пузырёк, тем острее и тоньше получается эта кромка, и тем медленнее там должно происходить намерзание льда.

Кроме этого, для образования канала нужно ещё и постоянное пополнение запаса воздуха (иначе лед вокруг пузырька рано или поздно всё-таки намёрзнет). Наиболее вероятное объяснение такое. Растворимость многих газов в воде снижается с уменьшением температуры, а в лёд газы «вмерзают» ещё менее охотно. То есть избыточная концентрация растворённых в воде газов образуется как раз около границы намерзания. Скорее всего именно эти газы выделяются из воды на границе с уже имеющимися пузырьками.

В водоёме намерзание льда идёт сверху (от поверхности) вниз, а в водосточной трубе, заполненной водой — от стенок к центру. Именно в этих направлениях и образуются в каждом случае воздушные каналы. (Водосточную трубу специально заполнять водой не нужно — это происходит само собой после промерзания нижней её части.)

В заключение отметим, что, хотя предложенное объяснение выглядит достаточно стройно и убедительно, экспериментально проверить его очень непросто (что жюри турнира и не сделало). Прежде всего — процесс происходит в труднодоступном месте (подо льдом), и наблюдения необходимо вести длительное время. А например, помещение под лёд электронной видеокамеры скорее всего приведёт к перераспределению тепловых потоков и искажению результатов.

И даже наблюдать последствия описанных процессов не очень просто (скорее всего, именно поэтому на них обращают мало внимания). На водоёме (это наблюдалось, например, на прудах в Измайловском парке Москвы) достаточно дождаться весны (или придётся вырубать кусок льда зимой). А промёрзшую водосточную трубу скорее всего придётся сломать. Зимой 2003/2004 учебного года водосточная труба отвалилась сама по себе от здания Физического факультета МГУ (никто не пострадал). Это случилось как раз в день одного из туров Московской городской олимпиады школьников по физике; проходившие мимо сотрудники жюри олимпиады притащили одну из образовавшихся круглых ледяных глыб в лабораторию, вырезали (с помощью проволоки, подогреваемой электрическим током) из неё круглый «блин» и сфотографировали. Получилось вот что:

Оригинал этой фотографии (графический файл формата JPEG опубликован на www-страничке Ломоносовского турнира http://www.mccme.ru/olympiads/turlom/2005)

5. В описанной ситуации «след» каждого колеса на поверхности велосипедной дорожки — это окружность. Центры этих окружностей совпадают. (Это как раз и означает, что «велосипед движется по окружности».)

Рассмотрим сначала простой случай, когда велосипед движется без наклона. Условно изобразим вид сверху.

Заднее колесо расположено перпендикулярно направлению на центр окружности, по которой оно катится. Направление рамы велосипеда совпадает с направлением заднего колеса (эти направления жёстко связаны). Поэтому переднее колесо, установленное на противоположном конце рамы, оказывается расположенным дальше от центра окружности, чем заднее.

За один круг стадиона переднее колесо проедет по окружности большего радиуса (и, следовательно, большей длины). Поэтому, если радиусы колёс оди-

наковы, переднее колесо будет вращаться чуть быстрее, а заднее — чуть медленнее.

В реальной ситуации велосипед обычно наклоняется в сторону поворота. Если радиус окружности, по которой движется велосипед, достаточно велик, в результате наклона радиусы траекторий колёс могут оказаться одинаковыми. (Рассмотрим стоящий вертикально велосипед с повёрнутым рулём. Наклоним его в сторону поворота руля. Точка опоры заднего колеса останется на месте, а переднее колесо чуть прокатится вбок в сторону наклона).

Отметим, что на рисунке для наглядности кривизна траектории велосипеда (относительно его размеров) сильно преувеличена. Такое преувеличение, заметим, может оказаться хорошей подсказкой. В самом деле, если руль повёрнут на 90°, то очевидно, что во время «езды по кругу» заднее колесо вообще вращаться не будет. Если же руль повёрнут не до конца, но близко к 90°, то заднее колесо вращаться будет, но медленно (существенно медленнее переднего).

6. Схематическое изображение силовых линий (это именно схема, а не точный расчёт).

Схема построена по следующим принципам.

1. Проведены оси симметрии системы зарядов (пунктирные линии).

2. Если у системы зарядов есть какая-то симметрия, то у создаваемого этой системой зарядов электростатического поля должна быть такая же симметрия.

3. Силовая линия не может пересекать ось симметрии, так как в этом случае ей «навстречу» эту же ось симметрии в этой же точке должна пересечь другая силовая линия такой же формы (из соображений симметрии). Но силовые линии не могут пересекаться друг с другом.

4. В непосредственной близости от каждого из зарядов силовые линии «расходятся» равномерно во все стороны.

5. Вдалеке от системы зарядов силовые линии равномерно «расходятся» по направлению от места расположения этой системы («издалека» система зарядов похожа по своим свойствам на один суммарный заряд).

Построение схемы проведено следующим образом.

а) Из каждого заряда «выпущен» пучок силовых линий. Мы из каждого заряда выпустили по 7 линий (заряды по условию одинаковы, поэтому и силовых линий одинаковое количество). Мы немного «схитрили» и сделали так, чтобы ни одна силовая линия не шла в направлении центра треугольника. (Чтобы избежать проблем с построением в центре треугольника, где с применением модели силовых линий возникают дополнительные сложности. Формально силовыми линиями можно считать также биссектрисы и медианы треугольника, в этом случае для точки находящейся в центре треугольника, будет три «входящих» и три «выходящих» силовых линии, то есть формально выполняются условия теоремы Гаусса).

б) По периметру рисунка построили $3 \cdot 7 = 21$ «конец» силовых линий. Концы — это отрезки, расположенные на прямых, проходящих через центр треугольника, и расположенные равномерно по всем направлениям (через равные углы).

в) Соединили плавными линиями отрезки, построенные в пунктах *а* и *б*. Тут мы опять немного схитрили. Во-первых, мы на каждом из зарядов один из отрезков построили по оси симметрии системы. Во-вторых, в пункте *б* мы также расположили отрезки таким образом, чтобы 3 из них попали на эти оси симметрии. Ясно, что пары отрезков, лежащих на общей оси симметрии, нужно соединить друг с другом.

Отметим, что остальные линии, «выпущенные» из зарядов равномерно по всем направлениям, не обязательно должны проходить точно через точки, расставленные равномерно на некоторой окружности конечного радиуса, проведённой вокруг центра картинки. Линии проходят только близко к этим точкам. Так что мы опять таки построили и нарисовали приближённую схему, а не математически точную картину силовых линий. К сожалению, описать точный способ построения нужной картины силовых линий школьными методами сложно, а приводить «точно» рассчитанное изображение бесполезно (как и печатать на бумаге любой другой «точный» рисунок).

7. Для удобства дальнейших рассуждений если световой пучок, несущий информацию об изображении, является сходящимся или расходящимся, преоб-

разуем его в параллельный (с помощью, соответственно, рассеивающей или собирающей линзы).

Параллельный пучок лучей удобно изображать с помощью прямоугольной бумажной полоски. «Лучами» считаются все отрезки, параллельные длинным сторонам этой полоски, например, сами края. Для наглядности по центру бумажной полоски параллельно краям можно нарисовать линию и считать её главной оптической осью.

Поперёк полоски (точнее, под любым углом к «оптической оси», но не параллельно ей) можно нарисовать прямую линию и перегнуть полоску по этой линии на любой угол. С «настоящим» световым пучком эта операция проделывается с помощью плоского зеркала. (С помощью плоского зеркала, как известно, световой пучок можно повернуть в любом направлении. Зеркало следует установить так, чтобы его плоскость была перпендикулярна биссектрисе, образованной оптическими осями первоначального и повёрнутого (отражённого) пучков).

Теперь нам осталось перегнуть полоску в соответствии с условиями задачи. Это можно сделать например так.

(Отмечено три линии перегиба — два вертикальных отрезка и один наклонный.)

Сначала сложим (согнём на 180°) полоску по наклонной линии, получится следующее:

Теперь оставшиеся «края» отогнём на 90° в разные стороны от плоскости страницы.

Нарисованные на отогнутых краях оптические оси параллельны друг другу (так как обе они перпендикулярны плоскости страницы). С другой стороны, они нарисованы на частях бумажной полоски, лежащих в непараллельных плоско-

стях, то есть повёрнутых относительно друг друга на какой-то угол. Значит, соответствующие световые пучки также параллельны друг другу, но повёрнуты относительно друг друга на этот же угол.

Мы получили решение задачи.

Найденный способ перегиба бумажной полоски можно не только угадать или получить геометрическими методами, но и найти «экспериментально». Возьмём две книги, вставим один конец полоски между страницами одной книги, второй конец — между страницами другой книги. Теперь аккуратно натянем полоску и повернём одну книгу относительно другой (аккуратно, чтобы полоска не порвалась). Бумага натянется и согнётся в нужных местах. В результате должно получиться примерно следующее:

Если требуется, чтобы оптические оси исходного и повёрнутого световых пучков были не просто параллельными, но и лежали на одной прямой, одну из осей можно «сдвинуть» на нужную прямую с помощью простой системы из двух зеркал, которая соответствует такой бумажной полоске:

Если в начале мы выполняли преобразование непараллельного пучка в параллельный, то после выполненного «поворота» с помощью соответствующей линзы можно сделать обратное преобразование.

Отметим, что линзы в наших рассуждениях нужны были только для удобства самих рассуждений. Сходящийся или расходящийся пучок можно нарисовать прямо на бумажной полоске, а с полоской проделать все те же описанные выше действия. Результат получится тот же. Правда, в этом случае у непараллельного пучка сместится вдоль оптической оси фокус (действительный или мнимый). Но его опять-таки можно «вернуть на место» с помощью линз (если, разумеется, это место не попало внутрь построенной нами системы зеркал).

8. Масса воздуха в каждом пузырьке существенно меньше массы непосредственно окружающей этот пузырёк воды. Поэтому кинетическая энергия окружающих пузырёк слоёв воды существенно больше энергии пузырька. Поэтому окружающая вода может обменяться с пузырьком кинетической энергией, так, что кинетическая энергия воздуха в пузырьке станет необходимой для движения с нужной скоростью, а относительное изменение кинетической энергии (и, следовательно, скорости) воды при этом будет крайне незначительным.

Отдельный вопрос: а откуда у воды появилась необходимая кинетическая энергия? Разумеется, не только в результате попадания в воду данного конкретного пузырька. Основная часть энергии была получена от тех пузырьков, которые попали в воду раньше (и траектория движения которых в начале была совсем не такой, как на рисунке). В результате, как можно предположить по картинке, в аквариуме образовалось устойчивое вихревое течение, потери энергии которого (в результате действия сил трения и по прочим причинам) за время появления очередного пузырька как раз в среднем равны работе, которая совершается при образовании этого пузырька.

Другое объяснение (другими словами). Все пузырьки не могут сразу всплыть наверх. Потому что их слишком много. И они все наверх «не помещаются», кому то приходится отплывать вбок, а кому-то и вниз. Соответствующим образом и формируются устойчивые течения. (Проблему «нехватки места», можно было бы «решить», «выталкивая» пузырьки наверх с большой скоростью. Но тогда придётся разгонять до этой же скорости и окружающую эти пузырьки воду, то есть сообщать воде соответствующую кинетическую энергию. А взять эту энергию опять-таки негде.)

9. Во-первых, в рассуждениях Винтика, Шпунтика и Незнайки содержится очень много упрощений. Аккуратный расчёт описанной ситуации занимает не меньше десятка страниц, требует существенно выходящих за рамки школьной программы сведений, и поэтому не годится для условия задачи.

Основных допущений сделано два:

1. Считалось, что все молекулы воздуха имеют одинаковую величину скорости. На самом деле скорости молекул воздуха (если воздух считать идеальным газом) распределены в соответствии с формулой Максвелла. Именно это обстоятельство связано с основными математическими трудностями. Хорошо, если школьники на это указали. Преодолеть же эти трудности школьными методами почти нереально, да и, как показывает следующий пункт, для решения задачи не нужно.

2. Считалось, что удары молекул воздуха о стенки абсолютно упруги. Но на самом деле это не так, и между стенкой и воздухом устанавливается тепловое равновесие (равенство температур). Вот это обстоятельство мы и рассмотрим дальше.

Выпишем в таблицу плотность и теплоёмкость воздуха, а также, в качестве примера материалов, из которых может быть сделан космический корабль, железа и алюминия. А также рассчитаем «объёмную теплоёмкость», которая показывает, сколько нужно затратить тепла, чтобы нагреть один кубический

метр вещества на один градус, и равна произведению «обычной» теплоёмкости и плотности вещества.

Материал	Теплоёмкость, $\frac{\text{кДж}}{\text{кг} \cdot {}^\circ\text{C}}$	Плотность, $\frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$	Теплоёмкость, $\frac{\text{кДж}}{\text{м}^3 \cdot {}^\circ\text{C}}$
Воздух	1,005	1,2	1,206
Железо	0,463	7700	3580,5
Алюминий	0,896	2700	2419,2

Для металлов приведены стандартные справочные значения, для воздуха — условные стандартные значения, используемые для расчёта систем вентиляции и отопления (реальные свойства воздуха зависят от влажности, давления и температуры).

Разумеется, для получения правильного результата школьникам никаких точных справочных значений знать не требовалось. Нужно только выяснить, что величина объёмной теплоёмкости для воздуха существенно меньше, чем для остальных материалов.

Описанные в условии задачи тепловые процессы происходят при взаимодействии воздуха со стенками, и тепловая энергия выделяется там же. Учитывая, что объёмная теплоёмкость воздуха намного меньше, чем стенок (в тысячи раз), эта разница с запасом перекрывает описанный в задаче эффект повышения температуры воздуха в сотни раз. То есть реально вся выделяющаяся теплота тут же будет распределяться между воздухом и стенкой в соотношении менее $1/1000$ (напомним также, что и теплопроводность воздуха существенно меньше, чем стенки, что мы ранее не учитывали).

В результате оказывается, что описанный в условии задачи эффект почти полностью компенсируется другими обстоятельствами, которые Незнайка, Винтик и Шпунтик по замыслу авторов задачи «не учли». И проектируемому ими космическому кораблю, а также реальным кораблям и реальным космонавтам рассмотренный эффект не угрожает, и даже окажется почти незаметным.

Формально говоря, в задаче не сказано, с каким ускорением взлетает космический корабль. Если оно будет слишком большим, то теплообмен не успеет произойти и нагревание действительно будет существенным. Однако в этом случае у космонавтов проблемы возникнут намного раньше и совсем по другим причинам. (Напомним, что обычная перегрузка космонавтов при взлёте не превышает земную более чем в 7 раз, то есть $7g$, где g — ускорение свободного падения на поверхности Земли. Максимальная перегрузка, возникшая в аварийной ситуации, составляет около $25g$.)

Также отметим, что если не учитывать потери тепла на нагревание стенок корабля, то при реальных ускорениях и температурах тепловой эффект всё равно будет намного меньше, чем «рассчитали» Незнайка, Винтик и Шпунтик. Например, если считать, что воздух в космическом корабле находится в потенциальном поле (с ускорением свободного падения $g + a$, где a — постоянное ускорение космического корабля), то окажется, что никакого нагревания вооб-

ще не должно происходить (как не происходит нагревания земной атмосферы под действием гравитационного поля Земли).

В любом случае в этой задаче речь идёт об очень незначительном эффекте. Для его точной количественной оценки школьная модель идеального газа является слишком «грубой», а также в условии недостаточно данных (например, о геометрической форме космического корабля, начальных условиях, законе движения и т. п.).

Критерии проверки работ и награждения на конкурсе по физике полностью аналогичны тем, которые приняты на конкурсе по математике (см. стр. 479).

КОНКУРС ПО ХИМИИ

Задания

Участникам предлагается решить 2–3 задачи. После номера каждой задачи в скобках указано, каким классам она рекомендуется. Решать задачи не своего класса разрешается, но решение задач для более младшего класса, чем Ваш, будет оцениваться меньшим количеством баллов. (На обороте задания были напечатаны для справочных целей таблицы Менделеева и растворимости.)

1. (8–9) Для приготовления раствора сульфата меди с массовой долей 10% юный химик Петя взвесил 10 г медного купороса $CuSO_4 \cdot 5H_2O$ и растворил его в 90 мл воды. Затем Петя измерил плотность полученного раствора. Заглянув в справочник, он с удивлением обнаружил, что плотность 10% раствора должна быть выше.

1. Какую ошибку допустил Петя?
2. Какова массовая доля сульфата меди в полученном растворе?
3. Сколько воды он должен был взять на 10 г медного купороса, чтобы получить раствор с массовой долей 10%?

2. (8–9) В левой части таблицы приведены формулы и названия органических соединений. Запишите по аналогии пропущенные формулы или названия соединений, которые изображены в правой части таблицы.

	Триметиламин	$C_6H_{13}{-}SH$	(1)
	Диэтилдихлорсилан	(А)	Метилэтиловый эфир
	Метилбутилкетон	(Б)	Диметилкетон
$C_2H_5{-}NH_2$	Этиламин		(2)

$CCl_3{-}SH$	Трихлорметилмеркаптан	(В)	Этилдихлорсилан
$C_6H_{13}{-}O{-}CH_3$	Гексилметиловый эфир	$(C_4H_9)_2N{-}H$	(3)

3. (8–10) Имеются два одинаковых по размеру кубика, изготовленных из золота и из алюминия. В каком из них содержится большее число атомов и во сколько раз? (Плотность золота составляет 19,3 г/см^3, а плотность алюминия — 2,7 г/см^3.)

4. (8–10) Определите массовую долю хлорной кислоты $HClO_4$ в водном растворе, если известно, что количество атомов водорода в растворе равно количеству атомов кислорода.

5. (9–10) Как распознать растворы сульфата алюминия, хлорида аммония, соляной кислоты, гидроксида натрия и гидроксида бария, находящиеся в склянках без этикеток? В вашем распоряжении имеется раствор фенолфталеина. Предложите план анализа. Напишите уравнения реакций.

6. (9–11) Сера образует большое количество кислот. Например, H_2SO_4, H_2SO_3, $H_2S_2O_7$, $H_2S_2O_8$, $H_2S_2O_3$, $H_2S_2O_4$, $H_2S_2O_5$, H_2SO_5.

1. Предложите структурные формулы для этих кислот. Укажете степень окисления серы в каждой из них.

2. Какие из кислот могут обладать выраженными окислительными или восстановительными свойствами?

7. (9–11) Определите состав смеси хлорида и фторида цинка (в % по массе), если она содержит 55,9% цинка.

8. (10–11) Ниже приведены формулы повторяющегося звена некоторых полимеров.

$-CH_2-CH_2-$ (А)	$-CH_2-CH(CH_3)-$ (Б)	$-CH_2-CH=CH-CH_2-$ (В)	$-N(H)-CH_2-C(=O)-$ (Г)
$-CH_2-CH(C_6H_5)-$ (Д)	$-N(H)-(CH_2)_5-C(=O)-$ (Е)	$-CH_2-CH(Cl)-$ (Ж)	

1. Предложите мономеры, из которых эти полимеры могут быть получены.

2. Напишите названия полимеров.

3. Что можно сказать о физических свойствах этих полимеров?

9. (10–11) Спектры протонного магнитного резонанса (ПМР) позволяют различить атомы водорода, занимающие неэквивалентные положения в молекуле. Так, например, ПМР спектр *н*-пентана содержит три сигнала: сигнал метильной (CH_3) группы, сигнал CH_2-групп, соседних с метильными группами, и сигнал центральной CH_2-группы. Какое строение может иметь углеводород с массовой долей углерода 84,375%, в ПМР спектре которого имеется два сигнала?

Решения задач конкурса по химии

Задачи и решения для конкурса по химии подготовили Софья Владимировна Лущекина и Зинаида Павловна Свитанько.

1. 1. Петя не учёл, что медный купорос представляет собой кристаллогидрат. Поэтому, растворяя его в воде, мы вносим в раствор не только сульфат меди, но и некоторое количество воды.

2. Узнаем, сколько же сульфата меди реально содержится в 10 г медного купороса. Формула кристаллогидрата $CuSO_4 \cdot 5H_2O$. Молярная масса сульфата меди $64 + 32 + 4 \cdot 16 = 160$ г/моль. Масса пяти молекул воды 90 г/моль. Всего $160 + 90 = 250$.

Составим пропорцию

250 г медного купороса содержат 160 г сульфата меди
10 г медного купороса содержат x г сульфата меди

$$x = \frac{10\ \text{г} \cdot 160\ \text{г}}{250\ \text{г}} = 6{,}4\ \text{г}.$$

Таким образом, 10 г медного купороса содержат 6,4 г сульфата меди. Массу всего раствора удобнее всего посчитать, сложив массы всех веществ, которые в раствор были внесены. Масса раствора составит $90 + 10 = 100$ г. Массовая доля сульфата меди в растворе 6,4%.

3. Мы уже знаем, что 10 г медного купороса содержат 6,4 г сульфата меди. Так как требуется 10%-ный раствор, то масса всего раствора составит 64 г. Мы знаем, что для его приготовления было взято 10 г медного купороса, а значит было взято $64 - 10 = 54$ г воды.

2. Эту задачу можно решить, не зная органической химии, проводя аналогии между правой и левой частью таблицы.

(1) $C_3H_{13}{-}SH$

Эта формула состоит из двух частей: $-C_6H_{13}$ и $-SH$. Первый фрагмент встречается в шестом соединении из левой части. «Эфир» явно относится к типу всего соединения, в котором два фрагмента «гексил» и «метил» соединены при помощи кислорода. Чтобы понять, какое из названий фрагментов («гексил-» и «метил-») относится к $-C_6H_{13}$, следует посмотреть на другие соединения: фрагмент «метил-» встречается в двух других названиях структур, содержащих также $-CH_3$ группу, а $-C_6H_{13}$ и «гексил-» больше нигде не встречаются, значит можно сказать (предположить), что они соответствуют друг другу. Действительно — корень «-гексил-» в органической химии относится к цепочке из шести атомов углерода, от греческого «гекса», шесть.

Теперь надо определить, как называется $-SH$ фрагмент. Он встречается в пятом соединении, название которого состоит из частей «трихлор-», «метил-», и «меркаптан», а структура — из групп $-CCl_3$ и $-SH$. Как мы уже поняли «метил-» относится к группе $-CH_3$, в данном случае, в метильной группе три атома водорода заменены на три атома хлора, что отражено приставкой

«трихлор». Таким образом, мы пришли к тому, что группа $-SH$ обозначается как меркаптан.

Меркаптаны — это название класса соединений, содержащих $-SH$ группу. Это название для соединений с $-SH$ группой образовалось в Средние века, в эпоху алхимиков, которые пользовались латынью и назвали новый класс соединений *mercurium captans*, т. е. «захватывающий ртуть» (сравните с английскими словами mercury — ртуть и capture — захватывать) из-за свойства этих соединений хорошо взаимодействовать со ртутью (с её ионами) с образованием осадка. Другое, более современное название этих соединений — тиолы.

Таким образом мы можем образовать название первого соединения: **гексилмеркаптан**.

(А) Метилэтиловый эфир.

Как мы уже поняли, эфиры — это класс соединений, в котором фрагменты соединены через атом кислорода. Так же мы поняли, что метил –это $-CH_3$ группа. Осталось понять, что обозначает «этил-». Это можно выяснить, сравнив второе и четвёртое соединения: в их структурах встречается общий фрагмент $-C_2H_5$, а в названиях «этил-». Делаем вывод, что метлиэтиловый эфир выглядит так:

$$CH_3-O-C_2H_5$$

(Б) Диметилкетон

Посмотрим на первое и второе соединения из левой колонки: в их структуру уже известные нам «метил-» и «этил-» группы входят три и два раза, соответственно, и в названии это обозначается приставками «три-» и «ди-». Т. е. диметилкетон — это кетон с двумя метильными группами. Чтобы понять, что такое кетон, надо посмотреть на третье соединение из левой колонки (метилбутилкетон). Заодно будет видно, что «бутил-» — это $-C_4H_9$ группа. Кетоны — это органические соединения, в которых кислород связан с углеродом двойной связью и в соседях у этого углеродного атома два других атома углерода (у которых уже могут быть любые соседи). Этим они отличаются от альдегидов, у которых этот углерод связан с ещё одним атомом углерода и атомом водорода.

Заменим в структуре метилбутилкетона бутильную группу на метильную и получим искомую структуру:

(2)

Сравним со вторым соединением из левой колонки (диэтилдихлорсилан) — в нём два атома хлора, а в нашем случае — три, значит заменим в названии

«дихлор-» на «трихлор-», а то, что группа $-CCl_3$ называется «трихлорметил-», мы поняли ранее. Эти два соединения — производные силана SiH_4, в котором атомы водорода заменены на различные группы.

Теперь можно по аналогии записать название: **трихлорметилтрихлорсилан**.

(B) Этилдихлорсилан

Это соединение ещё меньше отличается от второго соединения из левой колонки (диэтилдихлорсилан). Отличие только в том, что в нашем случае присутствует только одна этильная группа вместо двух. Если нарисовать это соединение, просто убрав эту группу, то получится, что валентность кремния 3, что неверно. Вспомним, что это производные силана, в которых указываются атомы водорода замещаются группами, и раз одна группа в названии не указана, значит один водород не замещён, и структура выглядит так:

(3)

Мы уже установили, что $-C_4H_9$ группа обозначается как «бутил-». В данном случае таких группы две, и получается приставка «ди-». И теперь это соединение можно назвать по аналогии с первым и четвёртым соединениями из левой колонки. Можно видеть, аммиак, у которого атомы водорода заменены на различные группы (как и в случае с силаном) называется амином, и указываются заместители атомов водорода: **дибутиламин**.

3. По определению число Авогадро (N_A) — это число молекул (атомов) в моле вещества. Обозначим число атомов в кубике как N, а количество моль ν, тогда $N = \nu N_A$.

Зная атомную массу вещества (M, г/моль) и его массу (m, г), можно найти его количество $\nu = m/M$ (моль).

Зная объём кубика (V, см^3) и его плотность (ρ, г/см^3), можно найти его массу $m = V\rho$ (г);

Таким образом, формула для нахождения числа атомов в кубике объёма V выглядит как $N = N_A V\rho/M$. Отношение числа атомов в кубиках из золота ($N(\mathrm{Au})$) и алюминия ($N(\mathrm{Al})$), объёмы которых одинаковы, можно записать так

$$\frac{N(\mathrm{Au})}{N(\mathrm{Al})} = \frac{N_A V \rho_{\mathrm{Au}} M_{\mathrm{Al}}}{N_A V \rho_{\mathrm{Al}} M_{\mathrm{Au}}}$$

Число Авогадро и объём (который в условии задачи не дан) сокращаются, значения плотностей золота и алюминия даны в условии, атомные массы для золота и алюминия можно найти в таблице Менделеева. Тогда получим, что

$$\frac{N(\mathrm{Au})}{N(\mathrm{Al})} = \frac{\rho_{\mathrm{Au}} M_{\mathrm{Al}}}{\rho_{\mathrm{Al}} M_{\mathrm{Au}}} = \frac{19{,}3 \cdot 27}{2{,}7 \cdot 197} = 0{,}97969\ldots < 1.$$

То есть в одинаковых по объёму кубиках золота и алюминия содержится примерно одинаковое число атомов, но всё же золота немного меньше.

4. Представим себе порцию раствора, в котором сумма количества молей хлорной кислоты и воды равна единице.

Пусть раствор содержит x моль хлорной кислоты. Тогда количество воды — $(1-x)$ моль

$$\begin{aligned} \text{число атомов водорода в растворе} &= \underset{(\text{из } HClO_4)}{x} + \underset{(\text{из } H_2O)}{2(1-x)} = 2 - x \\ \text{число атомов кислорода в растворе} &= 4x + (1-x) = 3x + 1 \end{aligned}$$

$$2 - x = 3x + 1, \quad \text{откуда} \quad x = 1/4.$$

То есть кислота $HClO_4$ и вода должны быть взяты в соотношении $1:3$ (1/4 воды и 3/4 кислоты).

Некоторые участники не стали составлять уравнений, а нашли мольную долю $HClO_4$ подбором. Действительно, если записать $HClO_4 + 3H_2O$, то видно что количества атомов водорода $(1+6=7)$ и кислорода $(4+3=7)$ в такой смеси равны.

Теперь нужно перейти к массовой доле, так как именно это спрашивается в задаче.

Молярная масса хлорной кислоты 100,5 г/моль.
Молярная масса воды 18 г/моль.
Масса растворённого вещества (хлорной кислоты) 100,5 г.
Масса раствора $(100{,}5 + 18 \cdot 3) = 154{,}5$
Тогда массовая доля кислоты в растворе составляет
$(100{,}5/154{,}5) \cdot 100\% = 0{,}6504\ldots \cdot 100\% \approx 65\%$

5. (1) При добавлении во все растворы фенолфталеина окраска изменится только в двух из них, а именно растворах $NaOH$ и $Ba(OH)_2$. Действительно, в остальных растворах среда либо кислая (HCl), либо слабокислая вследствие гидролиза (соли NH_4Cl и $Al_2(SO_4)_3$), и фенолфталеин остаётся бесцветным.

Таким образом, мы определили два раствора щелочей, $NaOH$ и $Ba(OH)_2$, но в какой из склянок находится гидроксид натрия, а в какой гидроксид бария, мы пока не знаем.

(2) Прибавляем оба щелочных раствора к остальным трём растворам.

$$2HCl + Ba(OH)_2 = BaCl_2 + 2H_2O$$

$$HCl + NaOH = NaCl + H_2O$$

Видимых изменений нет.

$$2NH_4Cl + Ba(OH)_2 = BaCl_2 + 2H_2O + 2NH_3\uparrow$$

$$2NH_4Cl + NaOH = NaCl + H_2O + NH_3\uparrow$$

В обоих случаях выделяется газ (аммиак, NH_3). Чтобы обнаружить выделение аммиака, нужно взять индикаторную бумажку, смочить её водой и подержать над пробиркой, где осуществляется реакция. При попадании на бумажку, аммиак взаимодействует с водой по реакции

$$NH_3 + H_2O = NH_4^+ + OH^-.$$

Таким образом, создается щелочная среда и индикаторная бумажка приобретает соответствующий цвет.

$$Al_2(SO_4)_3 + 6NaOH = 2Al(OH)_3\downarrow + 3Na_2SO_4$$

$$Al_2(SO_4)_3 + 3Ba(OH)_2 = 2Al(OH)_3\downarrow + 3BaSO_4\downarrow$$

В обоих случаях выпадает осадок ($Al(OH)_3$, $BaSO_4$).

Таким образом, мы различили растворы: раствор, где видимых изменений не было — соляная кислота, выделение аммиака указывает на хлорид аммония, а выпадение осадка — на сульфат алюминия.

Теперь нам осталось отличить один гидроксид от другого. Будем продолжать прибавлять щёлочь в сосуд, где выпал осадок. В избытке щелочи наблюдается растворение гидроксида алюминия

$$Al(OH)_3 + 3NaOH = Na_3[Al(OH)_6]$$

Однако сульфат бария при этом не растворяется. Таким образом, если осадок растворяется при добавлении избытка щёлочи, то мы добавляли гидроксид натрия, если осадок не растворяется в избытке щёлочи (т. к. остаётся сульфат бария), то мы прибавляли гидроксид бария. Таким образом мы различили растворы гидроксидов.

6. В скобках после названий кислот указаны степени окисления входящих в их состав атомов серы.

H_2SO_4 — серная (ст. о. +6). Обладает выраженными окислительными свойствами.

H_2SO_3 — сернистая (ст. о. $+4$). Обладает восстановительными свойствами; её строение можно изобразить двумя способами, первый из которых наиболее традиционен (а второй, приведённый в квадратных скобках, более точно соответствует электронному строению молекулы):

$H_2S_2O_7$ — дисерная кислота (ст. о. $+6$) образуется из серной кислоты и серного ангидрида SO_3 (их смесь называется олеумом), также, как и все соединения, содержащие серу $+6$, является сильным окислителем.

$H_2S_2O_8$ — пероксидисерная, или надсерная (ст. о. $+6$) кислота. Отличается от дисерной только наличием пероксидной цепочки ($-O-O-$), благодаря которой является очень сильным окислителем.

$H_2S_2O_3$ — тиосерная (ст. о. $+2 = (+6 + (-2))/2$). Это серная кислота, в которой один атом кислорода заменён на атом серы. Из-за низкой степени окисления одного из атомов серы является сильным восстановителем. Структурную формулу этой кислоты нарисовать двумя способами:

$H_2S_2O_4$ — дитионистая (гидросернистая) (ст. о. $+3$), также обладает довольно сильными восстановительными свойствами (из-за низкой степени окисления

серы), и её структурную формулу можно нарисовать двумя способами:

$H_2S_2O_5$ — пиросернистая (+4), в свободном состоянии неизвестна, известны только её соли. Натриевая соль получается при кристаллизации раствора бисульфита натрия с отщеплением воды по схеме:

$$2NaHSO_3 = H_2O + Na_2S_2O_5$$

Соли пиросернистой кислоты, как и сернистой, являются восстановителями. Условно структурную формулу пиросернистой кислоты можно изобразить так:

H_2SO_5 — мононадсерная (ст. о. +6). Образуется взаимодействии $H_2S_2O_8$ (надсерной кислоты, см. выше) с концентрированным пероксидом водорода по уравнению

$$H_2S_2O_8 + H_2O_2 = 2H_2SO_5$$

По строению она отвечает серной кислоте, в которой один гидроксид замещён на группу $-O-OH$. Она является ещё более сильным окислителем, чем надсерная, и взаимодействие её со многими органическими веществами (например, бензолом) сопровождается взрывом.

7. Обозначим количество $ZnCl_2$ в смеси как x моль, а ZnF_2 — y моль.

Тогда масса цинка ($M = 65$ г/моль) в смеси равна $65(x + y)$ г, а общая масса смеси равна $136x + 103y$ г ($M(ZnCl_2) = 136$ г/моль, $M(ZnF_2) = 103$ г/моль).

Тогда массовая доля цинка в смеси, данная в условии задачи, выражается как

$$\frac{65(x+y)}{136x+103y} = 0{,}559.$$

Решая это уравнение получаем отношение количества солей в смеси $x = 0{,}673y$.

Выразим массовую долю фторида цинка через y:

$$\omega(\mathrm{ZnF_2}) = \frac{103y}{136 \cdot 0{,}673y + 103y} = 0{,}5294\ldots \approx 53\%$$

Соответственно, массовая доля хлорида цинка составит 47%.

8. Названия и формулы мономеров, а также названия полимеров приведены в таблице.

	мономеры	*полимеры*
А	этилен $CH_2{=}CH_2$	полиэтилен
Б	пропилен $CH_2{=}CH(CH_3)$	полипропилен
В	бутадиен $CH_2{=}CH{-}CH{=}CH_2$	бутадиеновый каучук
Г	глицин (аминоуксусная кислота) $H{-}N(H){-}CH_2{-}C(=O){-}OH$	полиглицин (полипептид)
Д	стирол $CH_2{=}CH(C_6H_5)$	полистирол
Е	капролактам $H{-}N(H){-}(CH_2)_5{-}C(=O){-}OH$	поликапролактам, поликапроамид, нейлон
Ж	хлорвинил $CH_2{=}CH(Cl)$	полихлорвинил, поливинилхлорид (ПВХ)

Что касается физических свойств полимеров, то эта тема практически неисчерпаема. Поэтому имело смысл кратко указать типичные общие свойства (но бывают и исключения!) полимеров: пластичность, прочность, плохая тепло- и электропроводность, а также специфические свойства некоторых из полимеров, например, эластичность каучука. Кроме того, физические свойства полимеров сильно зависят от условий получения и формования: например, ПВХ или полиэтилен можно формовать как в виде пластика, так и в виде плёнок.

9. Запишем общую формулу углеводорода как C_xH_y. Тогда массовую долю углерода можно представить в виде $12x/(12x+y) = 0{,}84375$. Отсюда $y/x = 2{,}222$.

Данный углеводород — алкан, так как иначе это отношение было бы 2 или меньше 2. Действительно, общая формула алканов C_nH_{2n+2} (отношение числа атомов H к числу атомов C больше двух), формула алкенов C_nH_{2n} (отношение числа атомов H к числу атомов C равно двум), а в случае алкинов, диенов и т. д. оно меньше. Так как для алканов $y = 2x + 2$, подставим эти значения $y/x = (2x+2)/x = 2{,}222$. Отсюда $x = 9$. Неизвестный углеводород представляет собой изомер нонана C_9H_{20}

Изомеры нонана, удовлетворяющие условию задачи:

Критерии оценок и награждения

Каждая задача оценивалось в баллах по следующим критериям (в зависимости от полноты решения и класса, в котором учится школьник).

1. (рекомендована 8–9 классам)
«Петя не учёл, что медный купорос — кристаллогидат»:
2 балла в 9 классе и младше; 1 балл в 10–11 классах.
Найдена массовая доля $CuSO_4$ в полученном растворе:
3 балла в 9 классе и младше; 1 балл в 10–11 классах.
Найдена масса воды для получения 10% раствора $CuSO_4$:
5 баллов в 9 классе и младше; 2 балла в 10–11 классах.
Максимальное количество баллов 10.
Задача считалась решённой, если за неё набрано $\geqslant 8$ баллов.

2. (рекомендована 8–9 классам)
9 класс и младше: по 2 балла за каждый пункт.
10–11 классы: по 1 баллу за каждый пункт.
Максимальное количество баллов 12.
Задача считалась решённой, если за неё набрано $\geqslant 8$ баллов.

3. (рекомендована 8–10 классам)
Максимальное количество баллов (за полное верное решение):
8 баллов в 10 классе и младше; 4 балла в 11 классе.
Задача считалась решённой, если за неё набрано $\geqslant 6$ баллов.

4. (рекомендована 8–10 классам)
Найдена мольная доля $HClO_4$:
5 баллов в 10 классе и младше и 3 балла в 11 классе.

Найдена массовая доля $HClO_4$:
3 балла в 10 классе и младше и 2 балла в 11 классе.
Максимальное количество баллов 8.
Задача считалась решённой, если за неё набрано $\geqslant$ 6 баллов.

5. (рекомендована 9–10 классам)
Максимальное количество баллов 10
(за полный план анализа любым способом).
Задача считалась решённой, если за неё набрано $\geqslant$ 8 баллов.

6. (рекомендована 9–11 классам)
серная: строение 0,5 баллов; степень окисления 0,5 баллов
сернистая: строение 0,5 баллов; степень окисления 0,5 баллов
дисерная: строение 0,5 баллов; степень окисления 0,5 баллов
пероксидисерная: строение 0,5 баллов; степень окисления 0,5 баллов
тиосерная: строение 1 балл; степень окисления 0,5 баллов
дитионистая: строение 1 балл; степень окисления 0,5 баллов
пиросернистая: строение 1 балл; степень окисления 0,5 баллов
мононадсерная: строение 1 балл; степень окисления 0,5 баллов
Максимальное количество баллов 8.
Задача считалась решённой, если за неё набрано $\geqslant$ 6 баллов.

7. (рекомендована 9–11 классам)
Максимальное количество баллов 8 (за полное верное решение).
Задача считалась решённой, если за неё набрано $\geqslant$ 6 баллов.

8. (рекомендована 10–11 классам)
А. мономер 0,5 балла; название 1 балл
Б. мономер 0,5 балла; название 1 балл
В. мономер 1 балл; название 1 балл
Г. мономер 2 балла; название 1 балл
Д. мономер 0,5 балла; название 1 балл
Е. мономер 2 балла; название 1 балл
Ж. мономер 0,5 балла; название 1 балл
Всего 14 баллов + 3 балла за физические свойства.
Максимальное количество баллов 17.
Задача считалась решённой, если за неё набрано $\geqslant$ 11 баллов.

9. (рекомендована 10–11 классам)
Расчёт состава углеводорода — 3 балла.
Изомеры — 6 баллов.
Максимальное количество баллов 9.
Задача считалась решённой, если за неё набрано $\geqslant$ 8 баллов.

При награждении учитывалась сумма баллов по всем заданиям, количество заданий, которые считались решёнными, а также класс, в котором учится школьник.

Оценка **е** (балл многоборья) ставилась, если:
1. класс не старше 6 и сумма баллов не меньше 2

2. класс не старше 7 и сумма баллов не меньше 3
3. класс не старше 8 и сумма баллов не меньше 7
4. сумма баллов не меньше 10 (в любом классе)
5. класс не старше 10 и решено не менее одной задачи
6. решено не менее двух задач (в любом классе)

Оценка **v** (грамота за успешное выступление в конкурсе по химии) ставилась в следующих случаях:

1. класс не старше 7 и решено не менее одной задачи
2. класс не старше 10 и решено не менее двух задач
3. решено не менее трёх задач (в любом классе)
4. класс не старше 6 и сумма баллов не меньше 3
5. класс не старше 7 и сумма баллов не меньше 4
6. класс не старше 8 и сумма баллов не меньше 5
7. класс не старше 9 и сумма баллов не меньше 12,5
8. класс не старше 10 и сумма баллов не меньше 14
9. сумма баллов не меньше 16 (в любом классе)

В случае, если поставлена оценка **v**, оценка **e** не ставится.

КОНКУРС ПО БИОЛОГИИ

Задания

Задания адресованы школьникам всех классов, все выполнять не обязательно — можно выбрать те из них, которые вам по вкусу и по силам.

1. В одном из произведений А. Н. Толстого есть такая сцена. Учительница на уроке рассказывает детям о роли растений. На улице мороз, но в классе топится печка и, глядя на её огонь, учительница произносит: «Все мы дети Солнца!» Конечно, огонь в печке ассоциируется с солнечным тёплом, но в её словах скрывается, однако, более глубокий смысл. Почему и в самом деле людей, да и вообще практически все живые организмы, можно назвать «детьми Солнца», и почему учительница говорит об этом на уроке ботаники?

2. С древнейших времён люди используют растения для лечения болезней. А какие живые существа кроме растений используются человеком для изготовления лекарств и лечения болезней? Приведите как можно больше вариантов ответа.

3. Существуют различные объединения животных, например, семейные группы. Какие ещё вы знаете подобные объединения? По каким принципам животные могут объединяться? Какие приспособления к совместному существованию могут возникать у животных в группе?

4. Мухи, которых мы привыкли считать неприятными и вредными существами, иногда могут приносить человеку пользу. Приведите как можно больше примеров возможного использования мух или их личинок человеком.

5. Долгое время считалось, что на больши́х глубинах в океанах нет жизни. С развитием техники люди открыли огромные очаги жизни на больших глубинах.

С чем связано такое разнообразие жизни, там, где нет солнца? Откуда эти организмы берут энергию, необходимую для жизни?

6. Как известно, водоросли — растения, которые очень тесно связаны с водой. Но некоторые водоросли встречаются в сухих местах или даже в пустынях. Какие приспособления к такой жизни могут иметь водоросли? Приведите примеры.

7. Долгое время грибы считали растениями и, классифицируя живое, рассматривали их отдельной группой в царстве растений. Теперь грибы рассматривают как отдельное царство живого мира. Какие признаки этих организмов заставили учёных, подчиняясь логике, выделить грибы в царство?

Ответы на вопросы конкурса по биологии

1. *В одном из произведений А. Н. Толстого есть такая сцена. Учительница на уроке рассказывает детям о роли растений. На улице мороз, но в классе топится печка и, глядя на её огонь, учительница произносит: «Все мы дети Солнца!» Конечно, огонь в печке ассоциируется с солнечным тёплом, но в её словах скрывается, однако, более глубокий смысл. Почему и в самом деле людей, да и вообще практически все живые организмы, можно назвать «детьми Солнца», и почему учительница говорит об этом на уроке ботаники?*

Используя свет, идущий от солнца, растения из воды и углекислого газа синтезируют органические молекулы, являющиеся материальной основой всей жизни на Земле, в том числе и жизни людей. Возникновение сложных молекул возможно в основном благодаря тому, что зелёные растения, содержащие хлорофилл, не только получают энергию солнца в световой форме, но *способны накапливать её в форме энергии химических связей*. Таким образом, просто назвать солнечную энергию источником жизни, имея в виду свет и тепло, недостаточно. Солнце является главной причиной образования органических веществ на Земле, то есть в прямом смысле — источником жизни. Да и возникновение первых органических молекул произошло, по-видимому, при участии ультрафиолетовых лучей, также идущих от Солнца. Значит все мы — действительно дети Солнца.

Что касается других аспектов влияния солнца на живые организмы — синтез витамина Д, выделение растениями кислорода — то эти явления действительно зависят от солнца, но не они определяют существование органического мира.

2. *С древнейших времён люди используют растения для лечения болезней. А какие живые существа кроме растений используются человеком для изготовления лекарств и лечения болезней? Приведите как можно больше вариантов ответа.*

Возможности приготовления лекарств из животных, а также грибов, бактерий и вирусов поистине неисчерпаемы, поэтому мы можем лишь приводить примеры, и каждый, кто всерьёз интересуется этим вопросом, сумеет этот список пополнить.

Прежде всего, источником лекарств для человека служит сам человек. Чаще всего используют *кровь* человека: её переливают больным, страдающим значи-

тельной кровопотерей, а также при отравлениях различными ядами (в частности, после укусов змей) и при некоторых других болезнях. Для переливания используют также плазму крови. Все *форменные элементы крови* используют для лечения больных лейкозами: им вводят те элементы крови, в которых у них есть острая нужда. *Интерферон* (применяется для лечения вирусных заболеваний, в частности, гриппа) до недавних пор тоже выделяли из человеческой крови.

Кроме крови для лечения лейкозов и лучевой болезни используют *костный мозг*.

При лечении обширных ожогов производят пересадку *кожи* (самого больного или донорской).

Сравнительно недавно научились пересаживать *почки*, *печень*, *сердце*. Чаще всего пересаживают почки.

Без всякого риска для жизни и здоровья донора используют *плаценту*, которую собирают в роддомах. Из неё приготовляют *гормональные препараты*, как для лечения больных, так и для нужд косметологии. Аналогично используют *мочу* и *сперму*.

Источником *ферментов* и *гормонов* служат также *свиньи*, *лошади* и *коровы*. Например, гормон *инсулин* до недавних пор получали из поджелудочной железы свиней. Из крови лошади получают *сыворотки от змеиных ядов*. Для этого *лошадям* вводят эти яды постепенно возрастающими дозами, а затем используют их кровь для приготовления сывороток. *Сыворотки* и *вакцины* для защиты от инфекционных болезней тоже готовят из крови этих животных.

В аптеках можно найти тонизирующее лекарство *пантокрин*. Это жидкий спиртовой экстракт из неотвердевших рогов (пантов) *марала*, *изюбра* или *пятнистого оленя*.

В большом фиброзном мешке в голове *кашалота* находится *спермацет*. Он служит основой для высококачественных кремов и мазей.

Народная медицина использует и многих других млекопитающих, например, *барсуков* (*барсучий жир* применяют для лечения бронхитов и лёгочных болезней).

Среди птиц надо, прежде всего, упомянуть *курицу*. Куриные эмбрионы используют опять-таки для приготовления *вакцин* и *сывороток* от различных инфекционных болезней. *Гусь* тоже служит источником лекарств: гусиный жир используют от обморожений.

На протяжении многих веков люди используют в качестве лекарств яды различных *змей*. Яд *кобры* оказывает при укусе парализующее действие на нервную систему. Из него изготавливают обезболивающие и успокаивающие лекарства, которые применяют при спазмах сосудов сердца, бронхиальной астме, злокачественных опухолях, а также и при менее тяжёлых болезнях. Яды гадюковых и ямкоголовых змей содержат ферменты, разрушающие ткани и свёртывающие кровь. Поэтому из яда *гюрзы* и *гадюки Рассела* получают кровоостанавливающие средства. *Песчаная эфа* относится к роду гадюка, но её яд не свёртывает кровь, а вызывает кровотечения, так как разрушает фибриноген. Из этого яда получают лекарства от повышенной свёртываемости крови.

Из околоушных желёз *жаб* выделяют *кардиостероиды* и применяют их для стимуляции работы сердца.

В качестве лекарства люди издавна используют *рыбий жир*. Как правило, этот препарат получают из печени *трески*. Рыбий жир является источником витаминов *A* и *D*. Как источник витаминов используют и печень *акул*. Народная медицина разных стран использует и других рыб, например, *угрей*.

Из насекомых легче всего вспомнить, конечно же, *пчёл*. Пчёлы дают нам целый набор готовых лекарств. Во-первых, *мёд*: он настолько богат биологически активными веществами, что по праву может быть назван лекарством. (Мёд — это и ценнейший продукт питания, но продукты питания мы сейчас не рассматриваем). Во-вторых, *прополис*: он обладает бактерицидным действием и является биостимулятором. В-третьих, *маточное молочко* (*апилак*): его применяют при сниженном питании и отсутствии аппетита у грудных детей и при лечении гипотонии и невротических расстройств у взрослых. Кормящие матери пьют апилак для повышения выработки грудного молока. Наконец, *пчелиный яд*, имеющий сложный состав. Можно, конечно, лечиться укусами пчёл. Некоторые именно так и лечат (и излечивают) радикулиты, артриты и другие болезни. Но можно и использовать лечебные средства, содержащие пчелиный яд — это не так больно.

Медицинскую помощь методом укушения могут оказать не только пчёлы, но и *муравьи*. Они тоже умеют лечить радикулиты и артриты. Действующим веществом в этом случае является *муравьиный спирт*.

Большую помощь в лечении гнойных ран могут оказать *мухи*. Дело в том, что их личинки поедают мёртвый материал, не повреждая живые ткани. Рана очищается, к раневой поверхности начинает поступать воздух и создаются благоприятные условия для заживления раны. Так как мухи, «стихийно» посещающие рану, могут занести в неё инфекцию, личинки для такого лечения выращивают специально, в стерильных условиях.

Среди *пауков* немало ядовитых, представляющих опасность для жизни человека (например, *каракурт*, *тарантул*). Их яды (а также и другие белковые яды) используют для приготовления *сывороток-противоядий*.

Членистоногих (и в особенности, *крабов*) используют для получения *хитина*. Вернее, хитиновый панцирь, оставшийся после извлечения крабового мяса не выбрасывают, а пускают в переработку. Хитин помогает лечить ожирение.

Замечательным лекарем и источником лекарств является *медицинская пиявка*. Действующее вещество пиявки называется *гирудин*, а метод лечения пиявками и препаратами, с их помощью созданными, называют *гирудотерапией*. В зависимости от того, к какому месту прикладывают пиявку (и где она вводит в кровь гирудин и пьёт кровь), лечебное действие бывает различным. Наиболее часто гирудотерапию используют для лечения тромбозов при реплантациях (операциях по пришиванию оторванных частей тела). Укус вблизи шва облегчает срастание тканей и предотвращает отмирание оторванной части тела в послеоперационном периоде. Так восстанавливают пальцы и уши.

Переворот в медицине совершили лекарства, созданные на основе *плесневых грибов — антибиотики*. Все знают *пенициллин*, но не только его, а и многие

другие антибиотики получают из *плесеней*. Из них же получают ряд *ферментов*. *Дрожжи* (чаще всего пивные) используют как поливитаминный препарат.

Болезнетворные *бактерии* служат основой для приготовления вакцин и сывороток, спасающих от болезней, вызываемых этими бактериями. Некоторые бактерии-симбионты человека сами по себе используют как лекарство — *бифидобактерии* и *лактобактерии*. С их помощью лечат дисбактериозы.

Сейчас всё больше *ферменты* и *аминокислоты* получают не из млекопитающих (коров, свиней), а с помощью *бактериальных клеток* — методом биосинтеза. Химический синтез аминокислот плох тем, что он даёт так называемые рацемические смеси, то есть смеси «правых» и «левых» изомеров (D-формы и L-формы), в то время, как для живых клеток характерен только один из двух изомеров (как правило L). Входящие в состав таких смесей D-формы аминокислот нередко оказываются токсичными и дают осложнения при лечении. При биологическом синтезе аминокислот и ферментов получаются чистые L-формы, не чужеродные для человека и не дающие осложнений.

Методами генной инженерии *бактерии* «обучили» производить *человеческий инсулин* и *человеческий интерферон*. Так что теперь больные, использующие интерферон не рискуют заразиться СПИДом, а больные сахарным диабетом получают не свиной инсулин (как раньше), а настоящий человеческий, хотя он и произведён бактериями. К тому же, разводить бактерии оказалось намного дешевле, чем свиней. С развитием генноинженерных технологий лекарств такого рода становится всё больше.

Завершим наш обзор лекарств *вирусами*. Как и бактерии, болезнетворные вирусы служат основой для приготовления *вакцин* (например, полиомиелита). Вирусы-бактериофаги (то есть способные убивать бактерии) помогают излечивать бактериальные инфекции, от которых не спасают антибиотики. Кроме того, есть много попыток использования вирусов для лечения больных генетическими заболеваниями — вирусы в этом случае используются для того, чтобы доставить в клетку больного «здоровые» гены. Однако работы такого рода находятся на стадии эксперимента, и до реального исцеления больных дело пока не дошло.

3. *Существуют различные объединения животных, например, семейные группы. Какие ещё вы знаете подобные объединения? По каким принципам животные могут объединяться? Какие приспособления к совместному существованию могут возникать у животных в группе?*

Хотя существуют живые организмы, ведущие «одиночный» образ жизни, зачастую они образуют группы. Объединяющими факторами могут стать: общее место обитания и охоты, сходная пища, сроки размножения, сходная социальная роль и другие. Крупные группы могут представлять собой объединение нескольких семей, как, например, косяк рыб. Мелкие группы могут образовываться потомством разного возраста от 2–4 особей.

Примеров таких объединений множество. Вот некоторые из них: стадо (например, у травоядных животных — антилоп, зебр, оленей, жирафов и др.), стая (волков, птиц), прайд (львы), колония (птицы — ласточки, стрижи, пингвины; насекомые — муравьи, термиты), рой (пчёлы), косяк (рыбы), табун (лошади).

Во многих случаях объединение происходит вокруг доминантной особи — вожака, при этом за счёт его опыта, умения координировать группу и физических преимуществ повышается выживание группы, кроме того, в дальнейшем потомство получает от него «благоприятные» гены. Вожаком может быть и самец, и самка — так, матриархат (случай, когда вожак — самка) выражен у слонов, гиен. Встречаются также преимущественно однополые группы — например гарем у ластоногих, «принадлежащий» одному самцу; у павианов могут возникать «банды холостяков» — обособленные небольшие группы молодых самцов.

Основные особенности существования организмов в группе:

Разделение функций, специализация особей. Таковыми функциями, к примеру, могут являться: управление, охота, защита, наблюдение, нянька-воспитатель для молодняка. У колониальных насекомых (муравьёв, термитов, пчёл и др.) специализация ещё глубже — она предопределена ещё до рождения и выражена даже в особенностях их строения — матка, трутни, рабочие, няньки, солдаты.

Положительные результаты объединений это, во-первых, стабильность воспроизведения потомства. Совместное существование группы особей обеспечивает постоянное наличие полового партнёра и, следовательно, возможность стабильного размножения. У некоторых млекопитающих возможна регуляция размножения внутри группы — например, у гиен, когда одна (доминантная) самка способна к оплодотворению и родам, остальные к этому не способны — заботятся о молодняке и добыче корма. Совместная забота всей группы о потомстве повышает его выживаемость.

Во-вторых, объединения могут повышать выживаемость в неблагоприятных условиях. Птицы при миграциях на зимовку и обратно образуют крупные стаи, пингвины при выведении потомства образуют крупные колонии. Для ряда травоядных характерны кочевки — при поедании большей части растительности в одном месте группа перемещается на другую территорию.

Некоторые виды деятельности возможны только в группе. Групповая охота, сооружение жилища (термитники, муравейники), защита от более крупных хищников; группе проще оберегать определённые владения — кормовые, охотничьи. За счёт этого повышается безопасность, количество пищи. Немаловажным фактором является общение в группе — к этому относятся обучение, обмен сведениями об источниках еды, воды, предупреждение об опасности.

Некоторые школьники рассматривали в качестве объединений организмов такие взаимоотношения, какие существуют, например, между акулой и рыбой-лоцманом, некоторыми крупными копытными и птицами, приводили другие примеры взаимовыгодного сожительства организмов разных видов (симбиоза) или, наоборот, примеры паразитизма. Хотя такие ответы изначально не подразумевались в данном вопросе, они учитывались как положительные, если были разумно обоснованы.

4. *Мухи, которых мы привыкли считать неприятными и вредными существами, иногда могут приносить человеку пользу. Приведите как можно больше примеров возможного использования мух или их личинок человеком.*

На этот вопрос существует достаточно много разных ответов. Здесь школьники проявили как хорошие знания, так и богатую фантазию.

Попробуем сгруппировать возможные ответы.

1. Наиболее часто упоминаемым в работах использованием мушиных личинок (реже — взрослых мух) явилась приманка для рыбной ловли. Видимо, многие школьники сами ловили на них рыбу или видели, как это делают другие.

2. Другое часто упоминаемое употребление — корм для различных домашних животных (аквариумных рыб, рептилий, амфибий, птиц). Видно, что здесь отвечающие также часто опирались на собственный опыт.

3. «Раз мух могут есть животные» — значит, они могут служить и пищей для человека», — так рассуждали довольно многие авторы ответов, и были правы. При этом только некоторые из них знали, что на самом деле личинки мух употребляются в пищу в некоторых африканских племенах, а, кроме того, блюда из жареных личинок получили распространение во многих американских ресторанах.

4. Еще одно довольно очевидное использование мушиных личинок связано с их способностью перерабатывать органические отходы. Одни ребята просто говорили о том, что этим мухи приносят несомненную пользу, другие предлагали использовать их для производства компоста, удобрений и т. п. Известно, что в СССР предполагалось использовать личинок мух специальной породы на космических обитаемых станциях, где личинки должны играть роль «переработчиков» экскрементов, превращающих их в удобрение, используемое в дальнейшем для выращивания растений.

5. Эта же способность поедать гниющие органические остатки используется и в медицине. Личинки мух применяются для удаления с ран отмерших тканей, что способствует быстрому заживлению раны. Этот способ впервые был открыт русскими медиками, а сейчас всё шире используется в США, где даже существуют фирмы по разведению обеззараженных личинок.

6. Некоторые школьники, особенно старшеклассники, знают об использовании мух в научных целях. Так в генетике широко используется мушка дрозофила, обладающая небольшим и хорошо изученным геномом и большим разнообразием признаков, удобных для изучения.

7. Некоторые участники турнира писали, что мухи могут приносить пользу, опыляя растения, в том числе и сельскохозяйственные, что вполне правдоподобно, так как существуют виды мух, которые действительно питаются пыльцой растений.

8. Возможно также использование мух в криминалистике. Как сообщает журнал «Знак вопроса» за 2001 г., по видам мух, обнаруженных на трупах убитых, медики-криминалисты могут определить с точностью до часа время убийства. Или, если человек был убит химическим препаратом, можно определить отравляющее вещество, т. к. некоторые виды мух концентрируют в себе различные вещества, например, наркотики, и это оказывает воздействие на темпы развития личинок мух. Мухи быстро отыскивают спрятанный труп или следы крови (даже если убитый был закопан).

Такое использование мало кому пришло в голову, однако многие школьники предлагали использовать мух в военных целях — либо в качестве разносчиков болезней в стане врага (в том числе в сочетании с бактериологическим оружием), либо как разведывательные аппараты — для этого предлагалось снабдить

муху миниатюрной видеокамерой. О подобном использовании мух нам ничего не известно и, скорее всего, такие проекты относятся к области фантастики. Да и разведчик из мухи плоховатый: она в лучшем случае разведает, где у врага кухня и помойка.

9. А вот использовать мух для биологической борьбы с вредителями — вполне реально. Они могут либо конкурировать с видом-вредителем, тем самым снижая его численность, либо специфически поражать его, например, откладывая в тело личинки. Хотя в таком качестве чаще используют ос и наездников, были сообщения и об использовании мух. Кроме того, некоторые мухи могут охотиться на насекомых-вредителей, например, тлей.

Так что, оказывается, мухи могут приносить пользу в самых разных областях жизни.

Что же касается использования мух для получения эстетического наслаждения путём разглядывания этих насекомых или для тренировки ловкости рук, для чего мух надо ловить — такая «польза» считалась сомнительной и неспецифической (любоваться лучше на бабочек, а ловить можно вообще кого угодно) — и не оценивалась положительными баллами.

5. *Долгое время считалось, что на больши́х глубинах в океанах нет жизни. С развитием техники люди открыли огромные очаги жизни на больших глубинах.*

С чем связано такое разнообразие жизни, там, где нет солнца? Откуда эти организмы берут энергию, необходимую для жизни?

Свет не может проникать на большие глубины, в связи с этим организмы, живущие на глубине более 200 м, не могут получать энергию, необходимую для жизни, с помощью фотосинтеза. А в большинстве известных нам экосистем именно фотосинтетики являются продуцентами — то есть образуют органические вещества, которыми питаются затем все остальные члены сообщества.

В связи с этим считалось, что глубоководные организмы питаются остатками, попадающими на глубину из верхних слоёв воды. Такой способ питания, безусловно, является важнейшим, и многие школьники отмечали это в своих работах. Однако во второй половине XX века выяснилось, что этот источник питания глубоководных существ — не единственный.

Многие отвечающие вспоминали, что кроме фотосинтеза, использующего энергию света, существует ещё хемосинтез. К нему способны некоторые микроорганизмы, которые используют для синтеза органических веществ энергию химических реакций.

Эти организмы могут являться продуцентами для глубоководных экосистем.

Наиболее известным примером таких сообществ являются сообщества «чёрных курильщиков». «Чёрными курильщиками» называют места, где по трещинам дна из глубины литосферы поднимается горячая вода, обогащённая сероводородом и другими соединениями. Некоторые из этих веществ, попадая в холодную воду, образуют чёрный осадок наподобие дыма, за что курильщики и получили своё название. Сероводород и некоторые другие вещества используются хемосинтетиками для получения энергии и синтеза органических веществ. При этом они образуют так много органики, что могут прокормить целый ряд дру-

гих организмов — ими питаются особые рачки, черви и т. д. Есть даже особые животные, вступающие с подобными микроорганизмами в симбиоз и культивирующие их в своём теле.

К сожалению, некоторые авторы ответов недостаточно внимательно прочитывали вопрос и пытались рассуждать о том, как животные противостоят давлению воды на глубине, ищут без света партнёров для размножения и т. п. Эти рассуждения не оценивались, так как не являются ответом на поставленный вопрос.

Некоторые школьники в своих ответах говорили также о том, что есть «глубоководные» растения, которые улавливают проникающие сквозь воду лучи света, используя специальные пигменты. Такие растения не имелись в виду авторами вопроса, поскольку речь в нём шла о глубинах, где фотосинтез совсем невозможен. А самые «глубоководные» растения не живут глубже нескольких сотен метров. Но если ребята разумно рассказывали о приспособлении такого рода, это отмечалось положительным баллом.

6. *Как известно, водоросли — растения, которые очень тесно связаны с водой. Но некоторые водоросли встречаются в сухих местах или даже в пустынях. Какие приспособления к такой жизни могут иметь водоросли? Приведите примеры.*

Название этой группы растений говорит само за себя — водоросли — растущие в воде. Но среди этих водных организмов есть приспособившиеся к местообитаниям, где воды очень мало.

Такие водоросли, как правило, имеют толстые плотные оболочки, гораздо более «водосберегающие», чем у их водных собратьев. В качестве запасного питательного вещества они могут использовать масла — такие приспособления есть, например, у очень широко распространённого рода наземных водорослей, поселяющегося на стволах деревьев — Трентеполии. Конечно, такая водоросль не имеет излишних клеточных выростов — это шарик без жгутика, но с плотной оболочкой.

Все водоросли, обитающие в маловодных условиях, приурочивают свой жизненный цикл к тем непродолжительным моментам, когда в окружающей среде всё-таки есть вода. Жизненный цикл протекает очень быстро и начинается сразу, как только приходят подходящие условия. Когда условия меняются, водоросли так же быстро образуют споры или другие покоящиеся стадии. В таком состоянии водоросли могут переносить практически полное отсутствие воды и значительные изменения температуры. В этом состоянии водоросль дожидается (иногда очень долго) новых подходящих для активной жизни условий. Расселение лёгких сухих спор может происходить ветром.

Среди сухопутных водорослей есть паразитические организмы. Эти виды водорослей обитают, правда, не в пустынях, а в тропической и субтропической зонах. Они поселяются под кутикулой хозяев на стеблях, листьях, цветках и плодах. Поражается весьма широкий круг растений — некоторые хозяева имеют экономическое значение — цитрусовые, чайный куст, кофе и др. Для расселения водоросль образует специальные спорангии, поднимающиеся над покровной тканью растения-хозяина. Споры разносятся ветром, водой, насекомыми, пау-

кообразными — последние две группы могут быть полезными и при заражении новых растений. Самостоятельно проникнуть под неповреждённую кутикулу, имеющуюся на поверхности высших растений, спора не может, а насекомые и другие животные часто эту кутикулу повреждают. Паразитические водоросли не только получают от хозяев защиту от высыхания, но часто и питаются за счёт хозяев.

Но самым виртуозным и известным способом освоения водорослями сухих мест остаются симбиозы водорослей с грибами — лишайники. (В данном случае симбиозом мы называем взаимополезное сожительство организмов). Действительно, лишайники есть в самых экстремальных местообитаниях: на голых камнях, в пустынях, на скалах в Антарктиде; они первыми осваивают голые безжизненные места. Удивительно, что и для гриба и для водоросли такое сожительство не является обязательным, хотя оно даёт возможность расширить возможности обитания обоим участникам. Известны лишайники-химеры — гриб объединяется сразу с двумя видами водорослей. В таком сложном сообществе водоросль размещается в подповерхностном слое, где возможен фотосинтез. Гриб защищает её от высыхания. Циклы размножения водоросли и гриба связаны между собой. Обычно образуется несколько вариантов расселительных форм. За эти удобства водоросль поставляет грибу синтезированные органические вещества, а если в состав лишайника входят сине-зелёные водоросли, то гриб получает ещё и связанный водорослями азот.

7. *Долгое время грибы считали растениями и, классифицируя живое, рассматривали их отдельной группой в царстве растений. Теперь грибы рассматривают как отдельное царство живого мира. Какие признаки этих организмов заставили учёных, подчиняясь логике, выделить грибы в царство?*

Грибы — очень обширная и многообразная группа. По внешнему виду они не похожи ни на растений, ни на животных. Обычно гриб — это грибница (мицелий) — система тонких ветвящихся нитей — гиф. Грибница способна к бесконечному росту. Нити грибницы, тесно переплетаясь, образуют плодовые тела, состоящие из плотно упакованных нитей грибницы, но не образующих тканей, как у растений или животных. Поэтому даже по чисто внешним признакам грибы логично выделять в отдельную группу.

Некоторые признаки всё же сближают грибы с растениями: неподвижность, способность к неограниченному росту, бесполое размножение при помощи спор, — всё это «растительные» признаки. Кроме того, клетки грибов, как правило, имеют клеточные стенки, как и клетки растений. Хотя у растений чаще всего в состав клеточных стенок входит целлюлоза (клетчатка), которая в клеточных стенках грибов встречается лишь изредка.

Однако есть признаки, которые явно отличают грибы от растений. Конечно же, главное отличие — это отсутствие фотосинтеза. Грибы питаются гетеротрофно (получают органические вещества от других живых организмов), но в отличие от животных большая часть грибов всасывает готовые органические вещества всей поверхностью тела, состоящего из тонких нитей. Для осуществления такого типа питания грибы часто выделяют наружу вещества, «переваривающие» (хотя бы частично) органические вещества и всасывают продукты этого

переваривания. Причём чаще всего они участвуют в разложении уже умерших организмов, хотя есть среди грибов свои паразиты и даже «хищники». Это отчасти напоминает корневое питание растений, но растения корнями получают лишь воду и соли. Такой оригинальный способ питания универсален для всех грибов и определяет их экологическую роль — в большинстве своём грибы — редуценты, то есть разрушители умерших организмов, без которых не может существовать ни одна экосистема. Эту роль они делят с бактериями.

В связи с отсутствием фотосинтеза, в клетках грибов отсутствуют и хлоропласты — органоиды, в которых фотосинтез происходит. Из других «клеточных» признаков многие школьники упоминали, что клеточная стенка грибов часто содержит вещество хитин, которое у растений не встречается, а в животном мире характерно для членистоногих. Иногда в ответах ребята отмечали отсутствие в растительных клетках центриолей — так называемого клеточного центра, который в клетках грибов есть. Но тут надо заметить, что и среди растений он отсутствует вовсе не у всех — у многих водорослей клеточный центр имеется.

Жизненные циклы грибов отличаются от жизненных циклов растений и животных — у грибов нет знакомых нам проростков, заростков, личинок и взрослых особей — зато есть плодовые тела — расселительные выросты микоризы. Как у растений и животных, у большинства грибов есть половой процесс. Типы полового процесса разнообразны и не похожи на половые процессы ни растений, ни животных. Внешне половые органы и половые продукты грибов также как правило отличаются от таковых у животных и растений. Подробности полового процесса у грибов, также как и их жизненных циклов, школьникам неизвестны — поэтому этот аспект в работах не обсуждался.

Последняя особенность грибов, которую участники турнира довольно часто упоминали в своих ответах, это способность их вступать в симбиотические отношения с растениями, образуя на их корнях так называемую микоризу. Правда, эта их особенность вряд ли имеет большое значение для систематики грибов и выделения их в отдельное царство, но как интересная черта грибов вполне может быть отмечена.

КОНКУРС ПО ЛИНГВИСТИКЕ

Задачи

Все задания адресованы всем классам, при подведении итогов учитывается класс и достигнутые результаты по всем заданиям.

1. Перед Вами — фрагмент стихотворения В. Высоцкого:

Ловите ветер всеми парусами!
К чему гадать? Любой корабль — враг!..

Известно, что вторая строка этого фрагмента обладает одной необычной особенностью.

Даны ещё несколько стихотворных отрывков:

В качалке, бледен, недвижим,
Страдая раной, Карл явился.
(А. Пушкин)

Вошёл министр. Он видный был
мужчина,
Изящных форм, с приветливым
лицом...
(А. Толстой)

Вихрь качает липы, скрючив,
Буря гнёт их на корню...
(Б. Пастернак)

О, вопль женщин всех времён:
«Мой милый, что тебе я
сделала?!»
(М. Цветаева)

Цилиндр снят, и тьму волос
прорезал
Серебряный пробор.
(М. Цветаева)

И больше мысль не связывала их,
Как повелось на свете у живых.
(А. Тарковский)

Отец мой — Михл Айзенштадт —
был всех глупей в местечке.
Он утверждал, что есть душа
у волка и овечки.
(В. Блаженный)

Гремят палашами военные,
Оркестр играет вальсок.
(А. Городницкий)

Задание. Укажите, какие из подчёркнутых строк в привёденных отрывках обладают той же особенностью. Поясните Ваше решение.

2. Даны словосочетания на персидском языке (в латинской транскрипции) и их переводы на русский язык:

gorbe zir-e raxtexāb	*кошка под кроватью*
xāne pāin-e kuh	*дом под горой*
čahārpāye zir-e miz	*табуретка под столом*
qāyeq zir-e pol	*лодка под мостом*
amānat pāin-e dar	*посылка под дверью*
šahr zir-e āftāb	*город под солнцем*
nāme zir-e ketāb	*письмо под книгой*
ketāb pāin-e komod	*книга на нижней полке шкафа*

Задание 1. Переведите на русский язык:

čahārpāye pāin-e miz
ketāb zir-e komod

Даны также три русских словосочетания и их переводы на персидский (с пропусками):

камень под водой	sang ... āb
письмо под дверью	nāme ... dar
сундук под деревом	ja'abe ... deraxt

Задание 2. Заполните пропуски. Если в каких-то случаях Вы считаете, что это можно сделать двумя способами, отметьте это. Поясните Ваше решение.

Примечание. č, š, x, h, q и ' — особые согласные персидского языка; чёрточка над гласной обозначает долготу.

3. Даны словосочетания на шведском языке и их переводы на русский язык:

arbetslös person	*безработный человек*
barnlös kvinna	*бездетная женщина*
bullerfri trafik	*бесшумное уличное движение*
felfri lösning	*безошибочное решение*
hemlös vagabond	*бездомный бродяга*
inkomstlös studerande	*студент, не имеющий дохода*
kärnfri druva	*виноград без косточек*
laglös zon	*зона беззакония*
rökfri kille	*некурящий парень*
skamlös lögn	*бесстыдная ложь*
smärtfri behandling	*лечение без боли*
sockerfri choklad	*шоколад без сахара*
tandlös mun	*беззубый рот*
tullfri vara	*не облагаемый пошлиной товар*

Задание 1. Заполните пропуски:

medvets___ patient	*находящийся без сознания пациент*
ben___ biff	*бифштекс без кости*
ben___ tiggare	*безногий нищий*
lidelse___ iakttagare	*бесстрастный наблюдатель*
familje___ pojke	*мальчик без семьи*
ansvars___ politik	*безответственная политика*
ansvars___ anställning	*должность, не предполагающая ответственности*

Задание 2. Заполните пропуски и объясните значение:

trafik___ zon
arbets___ inkomst

Примечание: ö, ä — особые гласные шведского языка.

4. Даны слова на языке дабида и их переводы на русский язык в перепутанном порядке:

dichakaδana, βichanirasha, kuchanikunda, dichakurasha, dicharashana, βichamukunda, muchadikaδa, βichakaδana.

мы поссоримся, *вы побьёте нас*, *мы будем ругать тебя*, *они подерутся*, *они полюбят вас*, *мы подерёмся*, *ты полюбишь меня*, *они будут ругать меня*.

Задание 1. Установите правильные переводы.

Задание 2. Переведите на русский язык: nichakukaδa, βichakundana.

Задание 3. Запишите на языке дабида:

вы поссоритесь, *ты будешь ругать их*.

Поясните Ваше решение.

Примечание. ch, sh, β и δ — особые согласные звуки языка дабида.

Язык дабидá относится к языковой семье бáнту. На нём говорят около 55 тыс. человек в Кении.

Решения задач конкурса по лингвистике

Задачи по лингвистике и их решения подготовлены оргкомитетом Московской открытой Традиционной олимпиады по лингвистике и математике, организуемой совместно Институтом лингвистики РГГУ и Отделением теоретической и прикладной лингвистики МГУ.

1. (автор И. Б. Иткин) Строка *«К чему гадать? Любой корабль — враг!»* обладает тем свойством, что слово, оканчивающееся на сочетание «согласный + *л*(*ь*) или *р*» (здесь это слово *корабль*), считается имеющим на один слог больше, чем гласных в нём. Как легко убедиться, в противном случае в данной строке наблюдалось бы нарушение стихотворного размера.

Этой же особенностью обладают строки (подчёркнуты слова, где сочетание с конечным *л*(*ь*) или *р* образует отдельный слог):

О, вопль женщин всех времён: (М. Цветаева)
Цилиндр снят, и тьму волос прорезал (М. Цветаева)
Отец мой — Михл Айзенштадт — был всех глупей в местечке.
(В. Блаженный)
Оркестр играет вальсок... (А. Городницкий)

Данный стихотворный приём нередко встречается в русской поэзии XX века.

2. (автор Ю. В. Мазурова) Персидский предлог *pāin-e* приблизительно переводится на русский язык как ‘внизу’ и указывает, что предмет находится около нижней части или в нижней части чего-либо. Предлог *zir-e* обозначает, что предмет находится ниже нижней поверхности чего-либо. В некоторых случаях ситуация допускает употребление обоих предлогов, поскольку русский предлог *под* может иметь оба указанных значения.

Ответы на задания:

čahārpāye pāin-e miz — *табуретка у стола* (но не *под столом*)

ketāb zir-e komod — *книга под шкафом*

камень под водой — *sang zir-e āb*, поскольку камень находится целиком под поверхностью покрывающей его воды.

письмо под дверью — два варианта: (а) *nāme zir-e dar*, если письмо просунуто непосредственно под дверь; (б) *nāme pāin-e dar*, если письмо лежит внизу рядом с дверью.

сундук под деревом — также два варианта: (а) *ja’abe zir-e deraxt*, если сундук зарыт под корнями дерева; (б) *ja’abe pāin-e deraxt*, если сундук стоит на земле под деревом.

3. (автор А. С. Бердичевский) Легко видеть, что все словосочетания описывают сущности, не имеющие какого-то свойства. У *винограда* нет *косточек*, *уличное движение* не создаёт *шума*, *студент* не имеет *дохода*, *ложь* не имеет *стыда* (не имеет стыда, конечно, на самом деле, не ложь, а тот, кто её произносит, но по-шведски, как и по-русски, можно назвать *бесстыдной* саму *ложь*).

Логично предположить, что входящие в состав словосочетаний прилагательные (все шведские словосочетания устроены по принципу прилагательное + + существительное) называют отсутствующие свойства и выражают то, что эти свойства отсутствуют.

Далее можно заметить, что все прилагательные состоят из двух частей: корень + один из двух суффиксов — *-fri* или *-lös*. Очевидно, что корень называет свойство, а суффикс выражает его отсутствие. Остаётся понять, каковы правила употребления суффиксов. Попытка сформулировать правила выбора суффикса в зависимости от фонетического или морфологического состава слова ни к чему не приводит. Значит, дело в смысле словосочетаний. Разделим переводы на две колонки:

-fri	*-lös*
бесшумное уличное движение	*безработный человек*
безошибочное решение	*бездетная женщина*
виноград без косточек	*бездомный бродяга*
некурящий парень	*студент, не имеющий дохода*
лечение без боли	*зона беззакония*
шоколад без сахара	*бесстыдная ложь*
не облагаемый пошлиной товар	*беззубый рот*

Теперь ответ достаточно очевиден: *-lös* означает отсутствие чего-либо, наличие чего является хорошим или нормальным, а *-fri* — отсутствие чего-либо, наличие чего является плохим или ненормальным. Конечно, любое явление для кого-то является хорошим, а для кого-то — плохим, но всё-таки есть довольно очевидные общие представления: быть *без работы* — плохо, а не платить *пошлину* — хорошо, жить *без законов* — плохо, а *не курить* — хорошо. Для человека хорошо, когда в *винограде* нет косточек — удобно, а в *шоколаде* нет сахара — полезно (а сладким и вкусным он остаётся за счёт заменителя). Теперь можно выполнить задания:

Задание 1.

medvets**lös** patient *находящийся без сознания пациент*

ben**fri** biff *бифштекс без кости*

ben**lös** tiggare *безногий нищий*. Получается, что *ben* — и ‘нога’, и ‘кость’.

lidelse**fri** iakttagare *бесстрастный наблюдатель*. Вот это не так очевидно. Но всё-таки *наблюдателю* лучше не иметь *страстей*: сильные эмоции только испортят объективные наблюдения. Значит, *-fri*.

familje**lös** pojke *мальчик без семьи*

ansvars**lös** politik *безответственная политика*. Плохо, когда политические деятели ведут себя безответственно.

ansvars**fri** anställning *должность, не предполагающая ответственности*. Занимать должность, не предполагающую ответственности, вообще-то, хорошо. Заметим, что и в предыдущем, и в этом примере корень *ansvar-* (‘ответственность’), а суффиксы разные. Хотя подобных примеров в условии и не было,

такая ситуация не должна казаться нам удивительной: бывает, что отсутствие ответственности хорошо, а бывает, что плохо.

Задание 2. trafik__ zon. Слова *trafik* и *zon* мы знаем из условия. Легко догадаться, что это — пешеходная зона, зона, в которой запрещено движение транспорта. Это обычно считается хорошим, значит: *trafik**fri** zon*.

arbets__ inkomst. Опять же, мы знаем, что *arbet-* ‘работа’ или что-то вроде этого, а *inkomst* — ‘доход’. Значит: доход, получаемый нетрудовым путём. Хорошо это или плохо? В шведском языке так обычно называют ренту или государственные пособия, в которых, конечно же, ничего плохого нет, и с этой точки зрения[1] правильным будет вариант *arbets**fri** inkomst*.

4. (автор К. А. Гилярова[2])

Сразу обратим внимание на то, что русским предложениям с подлежащим, сказуемым и дополнением на языке дабида соответствует одно слово, в котором при помощи грамматических показателей выражена вся необходимая информация. Слова на языке дабида состоят из корня, префиксов и суффиксов. В задаче представлены следующие глагольные корни: *kaδa* ‘бить’, *rasha* ‘ругать’, *kunda* ‘любить’. Префиксы обозначают подлежащее и дополнение, а также будущее время (префикс *cha*). «Местоименные» префиксы различаются лишь лицом и числом, но не падежом: *ni* ‘я/меня’, *ku* ‘ты/тебя’, *di* ‘мы/нас’, *mu* ‘вы/вас’, *βi* ‘они/их’. Грамматическая роль префикса (соответствует он русскому подлежащему или дополнению) определяется его позицией в слове: префикс, стоящий на первом месте (перед показателем будущего времени *cha*), соответствует подлежащему, а префикс, стоящий на третьем месте (между *cha* и корнем) — дополнению. Наконец, суффикс *na* означает ‘друг друга’ и соответствует русскому постфиксу *-ся* во взаимном значении. Соответственно, глагольная основа *kaδana* означает ‘драться (бить друг друга)’, *rashana* — ‘ссориться (ругать друг друга)’, а *kundana* — ‘любить друг друга’. Теперь можно выполнить задания:

Задание 1. *dichakaδana* ‘мы подерёмся’, *βichanirasha* ‘они будут ругать меня’, *kuchanikunda* ‘ты полюбишь меня’, *dichakurasha* ‘мы будем ругать тебя’, *dicharashana* ‘мы поссоримся’, *βichamukunda* ‘они полюбят вас’, *muchadikaδa* ‘вы побьёте нас’, *βichakaδana* ‘они подерутся’.

Задание 2. *nichakukaδa* ‘я побью тебя’,
βichakundana ‘они полюбят друг друга’.

Задание 3. ‘вы поссоритесь’ *mucharashana*,
‘ты будешь ругать их’ *kuchaβirasha*.

[1] В русском языке ситуация немного другая. Так, до сих пор частично действует постановление ЦК КПСС от 15.05.1986 «О мерах по усилению борьбы с нетрудовыми доходами», широкое обсуждение которого в своё время оказало влияние на значение словосочетания «нетрудовые доходы» в русском языке, придав ему дополнительный оттенок «доходы, полученные нечестными, незаконными действиями, приносящими вред другим людям»; в этом случае правильным был бы перевод *arbets**lös** inkomst* (однако он не соответствует нормам шведского языка).

[2] Автор решения П. М. Аркадьев.

Критерии проверки и награждения

1. За каждый правильный ответ (стихотворную строку) — 2 балла, за объяснение — до 8 баллов. За каждую «лишнюю» строчку снимается по 2 балла (но меньше 0 баллов не ставится).

Максимальное число баллов — 16.

2. За каждый правильный перевод — по 2 балла, за два перевода в задании 2 — по 2 балла за каждый вариант. За два варианта в «камень под водой» — снимается 2 балла. За объяснение — до 10 баллов.

Максимальное число баллов — 24.

3. За каждый правильный ответ в задании 1 — по 2 балла. За каждый полный ответ в задании 2 — по 2 балла, за правильный выбор между *-lös* и *-fri* при неправильном объяснении значения — 1 балл. За объяснение — 12 баллов. Для словосочетания «нетрудовые доходы» верными считались оба возможных варианта.

Максимальное число баллов — 30.

4. За каждый правильно установленный перевод в задании 1 — по 1 баллу. За правильные переводы в заданиях 2 и 3 — по 2 балла. За объяснение: про -na- — 4 балла, про личные префиксы (что они обозначают и субъект, и объект) — 5 баллов, за описание порядка префиксов — 3 балла (итого до 12 баллов).

Максимальное число баллов — 28.

Строго определить, что такое правильно выполненное лингвистическое задание, разумеется, невозможно. Условно эти задания 1, 2, 3, 4 считались выполненными («засчитывались»), если за них получено не менее 13, 19, 24, 21 баллов соответственно.

Грамотами за успешное выступление в конкурсе по лингвистике были награждены школьники 9 класса и младше за любое одно засчитанное задание; школьники 10 класса — за засчитанное задание № 2; школьники 10–11 классов за любые два засчитанных задания; а также школьники 5 класса и младше за набранные 12 баллов (или больше) в сумме по всем заданиям, школьники 6 класса — за 15 баллов, школьники 7 класса — за 30 баллов, школьники 8 класса — за 35 баллов.

Участникам, не получившим грамоты, оценка «е» (балл многоборья) ставилась за одно засчитанное задание, а также школьникам 6 класса и младше за 6 баллов, 6 кл. — 12, 7 кл. — 25, 8 кл. — 30, 9 кл. — 45, 10 кл. — за 60 баллов в сумме по всем заданиям.

КОНКУРС ПО ЛИТЕРАТУРЕ

Задания

Все задания адресованы школьникам всех классов. Не обязательно пытаться хоть что-нибудь сказать по каждому вопросу — лучше как можно более обстоятельно выполнить одно задание или ответить только на понятные и посильные вопросы в каждом задании.

1. *Перед вами (в сокращении) стихотворение русского поэта XX века Давида Самойлова (1920–1990).*

Свободный стих.

В третьем тысячелетье
Автор повести
О позднем Предхиросимье
Позволит себе для спрессовки сюжета
Небольшие сдвиги во времени —
Лет на сто или двести.

В его повести
Пушкин
Поедет во дворец
В серебристом автомобиле
С крепостным шофёром Савельичем.

За креслом Петра Великого
Будет стоять
Седой арап Ганнибал —
Негатив постаревшего Пушкина.

Царь в лиловом кафтане
С брызнувшим из рукава
Голландским кружевом
Примет поэта, чтобы дать направление
Образу бунтовщика Пугачёва.
Он предложит Пушкину
Виски с содовой,
И тот не откажется,
Несмотря на покашливание
Старого эфиопа.
. . . . . .
— Вот моё последнее творение,
Государь, —
И Пушкин протянет Петру
Стихи, начинающиеся словами
«На берегу пустынных волн. . . »

Скажет царь,
Пробежав начало,
— Пишешь недурно,
Ведёшь себя дурно. —
И, снова прицелив в поэта
рыжий зрачок,
Добавит: — Ужо тебе!
. . . . . .
Читатели третьего тысячелетия
Откроют повесть
С тем же отрешённым вниманием,
С каким мы
Рассматриваем евангельские сюжеты
Мастеров Возрождения,
Где за плечами гладковолосых мадонн
В итальянских окнах
Открываются тосканские рощи,
А святой Иосиф
Придерживает стареющей рукой
Вечереющие складки
флорентинского плаща.

Произведение, действие которого развивается в прошлом, задолго до времени написания, называют историческим, даже если прошедшая эпоха изображена не слишком достоверно. Такова воображаемая «повесть о позднем Предхиросимье». Какие «сдвиги во времени» вы обнаружили в ней? Какое чувство они вызывают у вас? Как вам кажется, меняется ли к концу настроение этого стихотворения, и если да, то как именно?

Напишите примечания и комментарии к стихотворению, т. е. попробуйте сформулировать основную идею, определить, какие цитаты из произведений русской литературы или отсылки к ним здесь встречаются. Какие ещё слова стоит пояснить?

Какие вы знаете исторические художественные произведения, в которых действуют персонажи, названные в стихотворении?

Что такое «свободный стих»? Какие вы знаете произведения, написанные свободным стихом? Сочините свой «свободный стих».

2. *Друг писателя Василия Гроссмана (1905–1964) вспоминает, что спросил однажды, как будет называться роман о войне, над которым тот в то время работал. Гроссман ответил: «Как учит русская традиция, между двумя словами должен стоять союз „и“». О каком романе шла речь?*

Припомните как можно больше литературных произведений, и не только русских, названных подобным образом (т. е. два слова и союз «и» между ними). Предложите свою классификацию таких названий.

3. *В известном романе, написанном во 2-й половине XIX века, так рассказывается о прошлом одного из героев:*

Он женился на ней... и... блаженствовал со своей Машей сперва на даче около Лесного института, потом в городе, в маленькой и хорошенькой квартире, с чистою лестницей и холодноватою гостиной, наконец — в деревне, где он поселился окончательно и где у него в скором времени родился сын Аркадий. Супруги жили очень хорошо и тихо: они почти никогда не расставались, читали вместе, играли в четыре руки на фортепиано, пели дуэты; она сажала цветы и наблюдала за птичным двором, он изредка ездил на охоту и занимался хозяйством, а Аркадий рос да рос — тоже хорошо и тихо.

О такой жизни говорят: «Идиллия!», часто даже не осознавая, что произносят название жанра, возникшего ещё в древнегреческой поэзии.

Что вы знаете об этом жанре? Какие жизненные ценности утверждала идиллия?

В каких произведениях русской литературы XVIII–XIX веков заметны следы этого старинного жанра (в описании жизни героев или в их мечтах)? Герои каких произведений читали идиллии?

4. *Авторами приведённых ниже стихотворений являются поэты К. К. Случевский (1837–1904) и Д. Б. Кедрин (1907–1945). Какое стихотворение, по-вашему, написано раньше, а значит, принадлежит старшему из поэтов? Почему вы так думаете?*

Как можно полнее ответьте, чем похожи эти стихотворения (обратите внимание и на содержание, и на форму) и в чём состоят основные различия между ними.

Я видел своё погребенье.
Высокие свечи горели,
Кадил непроспавшийся дьякон,
И хриплые певчие пели.

В гробу на атласной подушке
Лежал я, и гости съезжались,
Отходную кончил священник,
Со мною родные прощались.

Жена в интересном безумьи
Мой сморщенный лоб целовала
И, крепом красиво прикрывшись,
Кузену о чём-то шептала.

Когда кислородных подушек
Уж станет ненадобно мне —
Жена моя свечку потушит,
И легче вздохнётся жене.

Она меня ландышем сбрызнет,
Что в жизни не жаловал я,
И, как подобает на тризне,
Не очень напьются друзья.

Чахоточный критик, от сплетен
Которого я изнемог,
В публичной «Вечерней газете»
Уронит слезу в некролог.

Печальные сёстры и братья
(Как в нас непонятна природа!)
Рыдали при радостной встрече
С четвёртою частью дохода.

В раздумьи, насупивши брови,
Стояли мои кредиторы,
И были и мутны и страшны
Их дикоблуждавшие взоры.

За дверью молились лакеи,
Прощаясь с потерянным местом,
А в кухне объевшийся повар
Возился с поднявшимся тестом.

Пирог был удачен. Зарывши
Мои безответные кости,
Объелись на сытных поминках
Родные, лакеи и гости.

Потом будет мартовский дождик
В сосновую крышку стучать
И мрачный подпивший извозчик
На чахлую клячу кричать.

Потом, перед вечным жилищем
Простясь и покончив со мной,
Друзья мои прямо с кладбища
Зайдут освежиться в пивной.

Покойника словом надгробным
Почтят и припомнят, что он
Был малость педант, но способный,
Слегка скучноват, но умён.

А между крестами погоста,
Перчаткой зажавшая рот,
Одета печально и просто,
Высокая дама пройдёт.

И в мартовских сумерках длинных,
Слегка задохнувшись от слёз,
Положит на мокрый суглинок
Весенние зарева роз.

Ответы и комментарии к заданиям конкурса по литературе

1. Отвечающим на вопрос понадобились и точные, конкретные знания, и умение интерпретировать, истолковывать текст. «Сдвиги во времени» увидели многие. Да и трудно было не заметить, что Пётр I, умерший в 1725 г., здесь встречается с родившимся в последний год XVIII в. А. С. Пушкиным, даёт писателю указания относительно изображения Емельяна Пугачёва, который поднимет восстание через полвека после смерти этого царя, и читает начало поэмы о себе, в которой, как всем известно, не только изображается государь «на берегу пустынных волн», но и рассказывается о том, что случилось гораздо позже, когда «прошло сто лет». Приведём наиболее эмоциональный ответ о «сдвигах».

Читая такое стихотворение, человек получает приятную поживу для своего воображения и ума, любуясь смешной и интересной головоломкой. Частота, с которой происходят временные сдвиги, поразительна.

Сначала Самойлов представляет писателя III тысячелетия, который пишет повесть о позднем Предхиросимье (1). Затем начинается рекурсивное (от лат. recurcio возвращение. — Ред.) *погружение: этот писатель пишет о другом писателе, Пушкине. Легендарный ещё в XIX в., не говоря уже о последующих временах, поэт едет во дворец (2) в серебристом автомобиле (3) с крепостным (4) (не успели мы побывать во времени серебристых автомобилей, а нас «футболят» в промежуток от первых закрепощений при Иване Грозном и раньше до 19 февраля 1861 года) шофёром (5) (и тут же обратно!)... Затем оказывается, что едет Пушкин не к кому-нибудь,*

а к самому Петру I и к своему предку Ганнибалу, «негативу постаревшего Пушкина» (7). Снова век фотоаппаратов, автомобилей... И это зигзагообразное путешествие свершается всего за 4 строфы! Далее все происходит в том же духе: государь принимает Пушкина, «чтобы дать направление образу бунтовщика Пугачёва», и предлагает виски с содовой, а прочитав «Медного всадника», грозится в шутку цитатой из его середины: «Ужо тебе!»

В конце точка зрения взмывает над Временем так высоко, что читатель охватывает промежуток от Рождества и начала нашей эры до III тысячелетия. С этой высоты видны мастера Возрождения, пишущие в XIV–XVI веках свои бессмертные творения. (Родион Лозовский, 11 кл., школа 1199).

Не было недостатка и в хороших комментариях и примечаниях. Наиболее интересными оказались ответы, авторы которых не только отмечали отсылки к литературным произведениям, поясняли конкретные имена и исторические реалии, но и делали замечания, помогающие понять стихотворение в целом.

Д. Самойлов — представитель постмодернизма, главными чертами которого являются ироничность, цитатность, свободное манипулирование пространственно-временными категориями, опора на просвещённого читателя. (Мария Ершова, 11 кл., «Дневной пансион–84», г. Самара)

Создание атомной бомбы и испытание её на городах Хиросима и Нагасаки открыли новую эпоху в человеческой истории. «Предхиросимье» — мир до испытания бомбы. После создания атомного оружия мир стал гораздо уязвимее. Автору, как современнику этого события, было важно выделить его.

Поскольку в стихотворении есть крепостной шофёр Савельич, можно предположить, что действие происходит до ещё одной весьма значимой точки в истории (нашей страны) — отмены крепостного права в 1861 г.

Вряд ли Пётр успел увидеть седого Ганнибала, т. к. Ганнибал был привезён из Эфиопии в начале XVIII в. совсем маленьким, а Пётр умер в 1725 г.

«Негатив постаревшего Пушкина». Пушкин никогда не был старым — он умер в возрасте 37 лет.

«Образ бунтовщика Пугачёва». Пугачёвское восстание происходило в 1773–1775 гг. при Екатерине II. Пушкин изучал историю этого восстания и этот материал использовал для знаменитой «Капитанской дочки». (Алексей Наумов, 10 кл., школа 1944.)

«Крепостной шофёр» — оксюморон: когда появились шофёры, уже не было крепостных. Оксюморон служит раздвижению времени, эффекту стремительного полёта во времени.

«Негатив постаревшего Пушкина» — может быть, реминисценция на песню Б. Окуджавы «На фоне Пушкина снимается семейство» — образ фотографии Пушкина служит той же идее связи времён через поэзию. (Оба стихотворения — Окуджавы и Самойлова — написаны в 1970-е гг., и неизвестно, какое из них раньше; но даже если в стихотворении Самойлова нет отсылки к стихам Окуджавы, это наблюдение имеет смысл. — Ред.)

«Вот моё последнее творение» — ассоциация с тем, как Моцарт предлагает Сальери послушать его «Реквием». (Антон Скулачёв, 9 кл., гимназия 1514.)

Негатив — метафора (Ганнибал — прадед Пушкина; похож на Пушкина, но кожа темнее, а волосы белые — седой).

Виски с содовой — у Пушкина в «Пире Петра Первого» есть описание пира, где Пётр «кружку пенит с ним одну». Правда, Пётр пил далеко не виски с содовой, но здесь та же простота в общении, которая есть в описании Петра в «Арапе Петра Великого». (Елена Лучина, 9 кл., гимназия 1514.)

Почти все выполнявшие первое задание замечают, что стихотворение неоднородно по настроению: *Мне кажется, что к концу настроение меняется. Самойлов будто бы говорит: «Ну, пошутили и хватит» и переходит к серьёзному осмыслению того, как воспримет читатель такую повесть. Для этого он включает в свое рассуждение библейскую тему, ведь упоминание о священном всегда заставляет человека делаться серьёзнее.* (Александра Тригуб, 7 кл., школа 33 посёлка Удельная Московской области.)

Однако истолковывают эту серьёзность или даже печаль финала по-разному. Многим показалось, что автор скорбит об утрате интереса к истории, очень характерен такой ответ: *К концу стихотворения настроение становится более грустным, ведь читатели третьего тысячелетия равнодушны к прошлому, к истории, а значит, лишены будущего.* (Алексей Наумов)

Конечно, читатель имеет право на собственное восприятие произведения, однако скорее всего такое истолкование смысла стихотворения порождено ошибкой: *отрешённое внимание* вовсе не означает безразличие, как сочли многие: *«„С тем же отрешённым вниманием“ — упрёк читателю в холодности и равнодушии, и не только конкретному читателю, но всему человечеству».*

Приведём самые интересные ответы, в которых не только передано ощущение от стихотворения Д. Самойлова, но и удачно истолкован его смысл.

Все эти сдвиги вызывают мысли о сложности исторического процесса и о не совсем корректном взгляде на него сквозь призму веков, вызывают чувство затерянности человека в историческом пространстве. Автор пытается показать нам со стороны наш взгляд на далекое прошлое (евангельские сюжеты) путём сравнения его со взглядом человека из будущего на не столь далекое прошлое. Соответственно, к концу стихотворения настроение меняется: начав с иронической иллюстрации «небольших сдвигов» во времени, которые позволяет себе наше сознание, автор заканчивает повествованием о евангельских сюжетах, итальянских пейзажах и мастерах Возрождения уже в возвышенных тонах, и временные сдвиги (святой Иосиф — флорентинский плащ) уже не вызывают того ироничного настроения... (Вера Кичанова, 9 кл., гимназия 1551).

Сдвиги во времени создают ощущение нереальности, иррациональности происходящего, как будто дело происходит во сне. Однако автор делает неожиданный вывод в конце: читатель III-го тысячелетия, скорее всего, не заметит сдвигов во времени, которые нам кажутся чудовищными, как не замечаем мы таких же «сдвигов» в картинах мастеров Возрождения, смешивавших своё время с временем Нового завета (мадонна, Иосиф с одной стороны и с другой — тосканские рощи, флорентинский плащ...) Общая

идея стихотворения — преходящесть, тленность всего земного. (Екатерина Власова, 11 кл., гимназия 1517.)

Возможно, читатели третьего тысячелетия будут верить, что это так, как мы верим тому, что на картинах с евангельскими сюжетами мастеров Возрождения всё так, как оно и было. Настроение светлой грусти появляется только в конце стихотворения, до этого по большей части стихотворение кажется смешным. (Роман Бондаренко, 10 кл., школа 57.)

Все эти сдвиги, несовпадения вызывают у читателя ощущение абсурдности, загадочности, временной эклектики, некоторой суеты. К концу же стихотворения суета сходит на нет. Автор больше внимания уделяет эстетическому любованию «евангельскими сюжетами мастеров Возрождения». Здесь отсутствует эклектика, её заменяет цельность, здесь отсутствует суета, её заменяет отрешённость, стабильность; автор описывает не действие, а картину, где изменение невозможно. Особенно эта умиротворённость проступает в последних строках.

Давид Самойлов пишет о том, какими установками будет руководствоваться писатель 3-его тысячелетия: историческая достоверность, к которой стремились авторы и исследователи, уходит на второй план. Но так же, как и писатель, изменится и читатель — он, как зеркало, отразит в себе эти изменения, он не заметит искажений и временных сдвигов, он только насладится произведением, «открыв повесть с тем же отрешённым вниманием, с каким мы рассматриваем евангельские сюжеты мастеров Возрождения». Т. е. эстетическое наслаждение вытеснит историческую достоверность. (Татьяна Маркова, 11 кл., гимназия 1514.)

К концу стихотворение меняется, и в его шутливую полифонию Вечности вступает патетический аккорд.

Возможно, основная идея, которую вложил в произведение Самойлов, есть различное понимание духа предыдущих времён, в которое каждый раз вносится частичка «современного». В историческом романе, когда он вышел недавно, ещё можно различить, что внесено туда «прошлым», что «настоящим», но следующие поколения так ясно этого не увидят, зато создадут свои исторические романы... (Родион Лозовский).

У меня возникает ощущение, что в самом деле существовал «сдвинутый», но всё же спокойный и гармоничный век, когда Пушкин мог поехать на серебристом автомобиле к Петру I. В основной части стихотворения есть множество мелких деталей, будто подтверждающих реальность, конкретность этого мира и этого века: «покашливание старого эфиопа», «брызнувшее из рукава кружево». А в конце вроде бы тоже есть конкретные детали евангельских сюжетов, но от внимания к действиям персонажей мы переходим к созерцанию, к «отрешённому вниманию»... Глядя на картину, можно додуматься даже до того, что иногда сдвиги во времени оправданны и люди разных веков могут понять друг друга. (Ксения Погорелова, 10 кл., шк. 1274).

Такое ощущение, что стихотворение писалось в будущее, — ведь если понимать слова Давида Самойлова буквально, то мы и есть те самые люди,

к которым обращена «повесть о позднем Предхиросимье». (Виктория Данилова, 9 кл., школа 57.)

На мой взгляд, основная идея стихотворения заключается в том, что «картины мастеров Возрождения» являются отражением жизни только для тех, кто жил в то время. Для них в картине всё имеет смысл, они понимают, где реальность, а где абсурд, кто живой человек, а кто герой книги. Но мы этого не понимаем, и точно так же нашу жизнь не поймут читатели другой эпохи, увидев в ней просто красивую картину или повесть. Кто знает, что они вынесут из этого? Какими они увидят нас? Скорее всего, мы этого не узнаем, но очень хотелось бы посмотреть на наш мир их глазами. (Майя Шляхтер, 11 кл., гимназия 610, Санкт-Петербург).

Все сдвиги во времени связаны с жизнью и творчеством Пушкина: он писал в XIX в. о веке XVIII («Медный всадник», «Капитанская дочка», «Арап Петра Великого», «История Петра Великого»). В его жизни играл большую роль его прадед из XVIII в. — он его чтил, ценил, писал о нём. Пушкин отдал рукопись «Медного всадника» царю (Николаю I. — Ред.) *В «Повести о Предхиросимье» Пушкин протягивает рукопись Петру. Интересно, что бы сделал могущественный царь за поэму, где он показан как Антихрист?..*

Таким образом, вроде бы нелепые замены слов, понятий на понятия из другого времени имеют общую закономерность, общий смысл: жизнь Пушкина, его творчество соединяют времена прошедшие с XIX в. и наше время с XIX в. Такие сдвиги в «Повести о Предхиросимье» говорят о вневремённости поэзии и нашего взгляда на неё.

...К концу стихотворения мы как будто успокаиваемся: описывается спокойное внимание (рассматривание картин), спокойные евангельские сюжеты, тихие тосканские рощи; и время тоже успокаивается: св. Иосиф стареет, он придерживает стремительное движение складок плаща, вечереет, утихает стремительное движение дня и самого стихотворения. (Антон Скулачёв).

Мы ещё понимаем, что было 200 лет назад, и нам произведение кажется запутанным и неправильным, а в будущем его сочтут прекрасным. Отрешённое внимание — это внимание к главному (прекрасному), отрешённость от условностей, ошибок в истории.

Ощущение: искусству прощается все для определенной цели; человеку обыкновенному, не историку, не нужно достоверности, когда речь идёт об искусстве; ему легче понять то, что ближе к нему. (Елена Лучина).

Приведём самые курьёзные суждения о стихотворении Д. Самойлова: *Мне это стихотворение не понравилось — в нём слишком много промахов и ляпов. То, что автор пишет о Пушкине, абсолютно не украшает произведение. Я считаю, что цель этого «творения» — обесценивание труда и жизни А. С. Пушкина и даже некоторая ирония над ним.*

В этом стихотворении есть одна цель — показать несправедливое отношение знатных и богатых людей к простым людям.

Отвечая на вопрос об исторических произведениях, в которых действуют персонажи стихотворения «Свободный стих», кроме уже упомянутых в ответах произведений Пушкина, участники конкурса называли поэму Пушкина «Полтава», стихотворение «Стансы», а также романы Ю. Тынянова «Кюхля» и «Пушкин», А. Толстого «Пётр Первый», В. Шишкова «Емельян Пугачёв», поэму С. Есенина «Пугачёв».

Свободный стих — это, вопреки мнению некоторых участников конкурса, не стих «без смысла, без рифмы, без всего, как бы грубо это ни звучало», не «произведение на свободную тему, пусть даже нереальную», не «стих, написанный на свободную, то есть любую тему». Но среди ответов есть интересное, хотя и не бесспорное суждение о связи формы стихотворения Д. Самойлова с содержанием: *Форма свободного стиха даёт автору возможность реализовать идею «исторического винегрета». Отсутствие рифмы, ритма, размера помогает уйти от внешней «правильности» построения стиха, как автор уходит от правильной трактовки истории.* (Вероника Коломина, 11 кл., гимназия № 1 г. Самара.)

«Свободный стих, верлибр (от франц. vers libre) — стих, лишённый рифмы и метра и сохраняющий, таким образом, лишь один, зато главный признак, отличающий стихи от прозы, — заданное членение на соотносимые и соизмеримые строки... Отказываясь от метра и рифмы, автор как бы говорит: «Содержание моего сообщения настолько важно, что ради него я отбрасываю всё, что могло бы помешать мне воспользоваться точным словом или навязать мне лишнее слово». Понятно, что такая выразительность верлибра ощущается лишь на фоне традиционного более строгого стиха. Поэтому возникает он в поэзии сравнительно поздно: в конце XVIII в. — у немецких поэтов «бури и натиска», в середине XIX в. — у У. Уитмена, в конце XIX в. — у французских символистов. Сейчас им широко пользуются во всём мире.» (Энциклопедический словарь юного литературоведа. — М.:Педагогика, 1988).

Ошибаются те, кто полагает, что свободный стих характерен для В. В. Маяковского — в действительности этот поэт писал чаще всего либо традиционными ямбами, либо тоническим стихом, но рифма в его стихах есть всегда. А вот у А. А. Блока есть верлибры, например «Когда вы стоите на моём пути...» или «Она пришла с мороза...» (оба 1908 г.)

Многие участники конкурса правильно объяснили, что такое свободный стих, но на практике, создавая собственные экспромты, как бы не веря в полную свободу, отказались только от рифмы (т. е. обратились к *белому* стиху) или писали без рифмы и определённого метра, но с одинаковым количеством ударений в каждой строке (а это *тонический* стих).

Публикацию лучших «свободных стихов», сочинённых на турнире, предварим ещё одной выдержкой из Энциклопедического словаря юного литературоведа: «Свободный стих прост и труден: прост, потому что не отвлекает от новой мысли ненужными ассоциациями со старыми стихами той же формы, и труден, потому что не даёт подкрепить новую мысль полезными ассоциациями со старыми стихами. Бессодержательный верлибр сразу обнаруживает свою пустоту».

1. Есть очень добрые чудища.
   У них большие
   Глаза
   Зубы
   Сердца.
   Особенно сердца.

(Алёна Сперанская, 6 кл., 353 шк.)

2. Обычный стих
   Скован, словно цепями,
   Рифмой и ритмом.
   Свободный стих
   Освобождён от пут,
   Он течёт естественно, как река.

   Свободный стих так прост и приятен,
   Что, начав писать его,
   Уже хочется продолжать его
   До бесконечности.
   Жаль, но закончить где-нибудь придётся,
   И поэтому я сделаю это прямо сейчас.

(Марина Ермолаева, 7 кл., шк. 1415)

3. Я знаю точно, где бы мы ни встретились,
   В каких краях нас ни столкнула бы судьба,
   В твоих глазах всегда
   Будет отражаться море,
   И отдалённый контур Аю-Дага,
   И яркое полуденное солнце.

(Вера Кичанова, 9 кл., гимназия 1551)

4. Из окон квадратных Института
   Я вижу круглые окна соседнего корпуса.
   А тот, кто стоит близко-близко к окну, не узнает,
   Как это красиво — круги и квадраты.
   О боже, как стыдно
   Тому, кто пишет стихи
   Больше чем полжизни,
   Сдавать нечто странное с умным видом,
   Заранее зная,
   Что по ошибке
   Это могут назвать стихом!
   Простите. . .

(Елена Лучина, 9 кл., гимназия 1514)

5. Утренняя дымка
   Застилает головы домов,
   Их глаза и рты.
   Мысли этих домов
   Бегут в беспорядке по улицам,
   Боясь опоздать на какой-нибудь
   Очередной троллейбусный нерв.

Птицы жмутся друг к другу,
Бессильно пытаясь согреться
В этой утренней дымке.
А может быть, дымка — всего лишь частички мыслей?

(Ольга Равинская, 10 кл., школа 57)

6. Читатели третьего тысячелетия
Возьмут в руки
Повесть о позднем Предхиросимье,
Прочтут со вниманием,
Призадумаются.

Возможно, слегка посмеются
Над забавными
«Небольшими сдвигами во времени».
Действительно,
Что нам несоответствие
В лет сто или двести?
Для спрессовки сюжета
Все методы будут пригодны,
Особенно в наше время,
Когда все нас окружающее
Вращается в бешеном ритме.
Спрессовка и экономия времени
Явно не повредят.

И все-таки любопытно ведь:
А что бы сказал Пётр Пушкину,
Встреться он с ним,
Будь он его современником?
И поладил ли бы поэт
С героями собственных сочинений?
Путешествие во времени,
Осуществленное Давидом Самойловым,
Не останется без внимания
И в третьем тысячелетии,
И у нашего поколения.

(Ольга Полонская, 10 кл., шк. 565)

7. Дождь

Ласково накроет тяжёлой ладонью
Августовский ливень.
Накроет людей, собак, деревья,
И запах мокрой земли и травы будет витать в воздухе.
А люди попрячутся в дома,
Как испуганные, трепещущие птицы,
Свет включат,
Выгонят из дома и запах дождя,
И его таинственный, живой полумрак,
Создаваемый сбегающими по стеклу волнами. . .

(Татьяна Маркова, 11 кл., гимназия 1514.)

8. Сразу могу признаться,
Что я совсем не умею
Писать стихи.
Добро бы ещё знакомый размер,
Или ритм,
Или рифма какая.
А так — сиди и пиши
Бог знает что,
И кто знает,
Чем это кончится.
Стих свободный
И тема свободная,
Пиши,
О чём думаешь.
Я ни о чём не думаю,
О том и пишу.

(Майя Шляхтер, 11 кл., гимназия 610, Санкт-Петербург)

9. Грустен осенний дождь:
Скучно смотреть,
И не хочется смотреть,
Но если взглянуть,
То можно увидеть серебряный занавес,
Шелковую, колыхающуюся завесу,
По которой движутся тени вещей,
Как в мыслях Платона.
Можно услышать неровную,
Словно дыхание,
Песню серых застенчивых птиц.
Смотрите
На этот
Дождь!

(Наталья Гончарук, 11 кл., ФМЛ № 27, Харьков)

10. Мой Пегас, ты рядом со мной,
Ты накроешь меня волнами гривы своей,
Кольцами колец
Трёх, четырёх, девяносто шести, золотых и завитых,
Нового неба, солнца и света.
Крылья по сторонам были огромными, но
С чем-то от чайки, ястреба и альбатроса.

Мой Пегас, найди мне принца,
Ты будешь его белым конём, но никто
Не возьмёт тебя под уздцы;
Я остригу себе волосы, сделаю ленту, под ней
Ты будешь ходить, мой Пегас.
Я так боюсь тебя потерять.
Мчись, лети!
Выше и выше, к солнцу этого мира, отдай ему дань
И возвращайся назад. Ко мне.

Я чувствую Время, оно уходит, и ты
Идешь вместе с ним.
Прошу тебя, остановись, я не успею,
Я уже не вижу тебя, и только лунки подков
На пыльной дороге
Напоминают мне: ты не человек.
Хотя кто знает, был ли ты им, мой конь.

Лошадь стояла и отражалась в каплях асфальта.
Она была
Грустной и очень живой, настоящей, я могла
Провести рукой по ее шее.
Но, Пегас, она не может создать
Целый мир, целый обряд.
Ты нужен ей.
Ты будешь её каменной, гулкой, твёрдой ступенью
Старта и остановки.

(Виктория Данилова, 9 кл., 57 школа)

2. Роман Василия Гроссмана называется «Жизнь и судьба». Это, к сожалению, знали немногие участники конкурса. Некоторые решили попробовать наудачу и либо приводили известные названия («Война и мир», «Щит и меч»), либо сочиняли свои («Лёд и пламень», «Штык и пуля»).

Зато общая начитанность отвечающих на 2-й вопрос поразительна. Некоторые исписали страницы названиями произведений разных стран, эпох, жанров; вспомнили и басни И. Крылова, и детскую повесть А. Гайдара, и стихотворения Ф. Тютчева, и пьесы А. Островского, и великие романы русских классиков, и поэтический сборник Т. Готье.

Разнообразны и предлагаемые принципы классификации. Морфологический — разделить все названия на группы в зависимости от того, слова какой части речи соединяются союзом *и*, — имеет право на существование, но представляется слишком формальным, поскольку не проясняет смысла. Интереснее кажутся другие предложения, связанные с лексическим значением слов и логическими отношениями, например такие:

Заглавие содержит противопоставление, слова-антонимы (Война и мир, Толстый и тонкий, Принц и нищий);
имена двух главных героев произведения — самый распространённый вариант (Руслан и Людмила, Мастер и Маргарита, Ромео и Джульетта, Толстый и тонкий;
два несочетаемых самих по себе слова. Смысл названия можно понять, только прочитав произведение до конца (Луна и грош, Короли и капуста, Старик и море);
нечто очень обобщённое (Отцы и дети, Преступление и наказание).
При этом зачастую бывает так, что одно и то же заглавие подходит сразу к нескольким пунктам (Анатолий Бобе).

Я считаю, что в подавляющем большинстве названий с союзом и либо перечисляются герои («Малыш и Карлсон» А. Линдгрен, «Хорь и Ка-

линыч» И. С. Тургенева; более общий вариант — «Униженные и оскорблённые» Ф. М. Достоевского), либо ключевые понятия, взаимодействие которых (чаще всего конфликт) будет наблюдаться во всём произведении («Война и мир» Л. Н. Толстого: война — мир (реасе) и война — мир (общество)). (Сергей Соколов, 11 кл., гимназия 1514).

Разумеется никто не дал, да и не мог дать исчерпывающей классификации, но в лучших работах так или иначе выражено важное наблюдение: названия обсуждаемого типа объединяют либо два сходных или близких по значению предмета, явления, признака, либо, наоборот, элементы, противоположные по значению, либо элементы, которые обычно не упоминаются вместе. В любом случае, осознавая логические связи в названии, можно глубже понять авторский замысел.

Приводим самый курьёзный ответ на вопрос: *Классификация по названию произведений — интересное дело, но я не считаю, что правильное. Каждый писатель — это поэт прозы, лирики и драмы; он пишет, потому что не может молчать, он хочет донести до всех то, чего могут не видеть, не замечать, то, над чем не следовало бы смеяться или надо плакать.*

Вся соль находится в самом произведении, а название — это лишь дым от костра. В нём лишь намёк, лишь тень той идеи, которая заложена в произведении. Было бы правильнее классифицировать произведения по жанрам, времени написания, авторстве, идее и замыслу.

3. Приводим фрагменты ответов с нашими дополнениями.

Идиллия (греч. eidyllion — маленький вид, образ, уменьшительное от eidos — вид, образ) — небольшое поэтическое произведение. Так назывались произведения древнегреческого поэта Феокрита (III в. до н. э.), написанные по большей части гекзаметром, незначительные по размеру, различные по жанровым формам. (Сборник Феокрита «Идиллии» вышел через два столетия после смерти поэта, и заглавие было дано не автором.) *Идиллии Феокрита объединяет интерес к повседневной жизни человека, к интимным чувствам, к простым людям, к природе. Герои его произведений — горожане, рыбаки, земледельцы-подёнщики, но главным образом пастухи, чья мирная жизнь среди природы, здоровые, естественные чувства составляли разительный контраст с развращающей сутолокой города. Вместе с тем идиллии Феокрита свойственна условность: пастухи слишком чувствительны, природа слишком лучезарна и безмятежна, досуг слишком велик, жизнь полностью внесоциальна.*

В античной литературе вслед за Феокритом тематику сельских идиллий разрабатывали Мосх (II в. до н. э), Бион (II в. до н. э) в Греции, Вергилий (I в. до н. э.), Кальпурний (I в. до н. э.), Немесиан (III в. н. э.) в Риме. (Наталья Переплётчикова, 11 кл., гимн. № 4, г. Оренбург.)

Это один из малых литературных жанров, появившихся в противовес «большим» жанрам (таким сочинениям, как «Илиада» или «Одиссея»).

Идиллия описывала жизнь «простых людей» (идеализированное представление о сельских жителях) на лоне природы, в гармонии с ней. Эти люди

обычно занимаются сельскохозяйственной деятельностью, любят друг друга и воспевают свою любовь в песнях. Жанр идиллии утверждает ценность простых наслаждений, жизни в гармонии с природой. (Анна Кузнецова, 11 кл., гимназия 1514).

Главные герои идиллии обычно пастухи и пастушки, пасущие свои стада, проводящие свои дни на природе, среди полей и лугов. Идиллия воспевала чистую спокойную любовь без какого-либо исступления и надлома, которые свойственны страсти. Эта любовь — естественная часть этого мира. Любовь, уединение и блаженство с любимым человеком, спокойствие и отрыв от мира — вот ценности идиллии. (Ксения Погорелова).

Многие из тех, кто писал об идиллии, так или иначе упоминали термины *буколика*, *буколическая поэзия*, *эклога*. Разберёмся в том, как связаны они с понятием *идиллии*. Значительная часть идиллий Феокрита (хотя и не все идиллии) рассказывала о пастухах, эти стихотворения называют буколическими (от bukolos — «волопас»), или пастушескими. Действие в них происходило в Сицилии (именно оттуда был родом Феокрит), последователи Феокрита будут поселять своих пастухов в Аркадии — одной из областей Пелопоннеса. Вергилий ввёл этот жанр в римскую поэзию и создал поэтический сборник «Буколики», который состоит из десяти стихотворений — *эклог* (эклога греч. — «отбор», отобранное, т. е. отдельно опубликованное произведение). Именно в эклогах Вергилия условные пастухи воплотят идеал частной жизни, состоящей из любви и поэзии и свободной от стремления к богатству и власти и от каких бы то ни было общественных интересов или гражданских обязанностей — иными словами, утвердятся те ценности, о которых так точно написали некоторые из отвечавших на 3-й вопрос.

Участники конкурса, хорошо осведомлённые в античной литературе, проявили серьёзное знакомство и с историей русской классической литературы.

В русскую литературу жанр идиллии внёс Тредиаковский. Однако этот жанр не привился в России... (Анатолий Бобе, 10 класс, шк. 1944.)

На почве русской литературы ближе всех оказалась идея идиллии сентименталистам, которые обращались к «простым людям» как к образцу душевных качеств, считая, что цивилизация портит естественную природу людей. Например, как идиллию можно рассматривать первую часть «Бедной Лизы» Карамзина («до катастрофы»). Хотя и там взаимоотношения строятся между простой и бесхитростной Лизой и испорченным цивилизацией Эрастом. (Напомним, что Эраст «читывал романы, идиллии, имел довольно живое воображение и часто переселялся мысленно в те времена (бывшие или не бывшие), в которые, если верить стихотворцам, все люди беспечно гуляли по лугам, купались в чистых источниках, целовались, как горлицы, отдыхали под розами и миртами и в счастливой праздности все дни свои провождали»).

Включённые в произведение идиллические мотивы часто вступали в непримиримое противоречие с законами жизни, и идиллическое счастье героев оказывалось недолгим. Часто идиллии и существуют только в воображении одного из героев, в его планах на будущее.

К примеру, герой «Медного всадника» Пушкина Евгений мечтал, что он «со временем устроит приют смиренный и простой и в нём Парашу успокоит», причём представлял себе конец жизни таким:

И так до гроба
Рука с рукой дойдём мы оба,
И внуки нас похоронят.

(Смерть — в своё время — вполне естественный элемент идиллии!)

Но, как мы знаем, воображаемое счастье героя под напором стихии развалилось, как карточный домик. (Анна Кузнецова, 11 кл., гимназия 1514).

И хотя жанр идиллии угас, во многих произведениях XIX века есть его следы, например описание Обломовки в «Обломове» Гончарова — настоящая деревенская идиллия. (Алексей Наумов).

Однако не во всех произведениях идиллия воспринимается как положительное явление. Так, у Н. В. Гоголя в «Мёртвых душах» между помещиком Маниловым и его женой царила семейная идиллия. Гоголь по-своему описал их жизнь, и она кажется читателям слишком слащавой, слишком приторной — до тошноты. (Мария Туркина 11 кл., гимназия № 1, г. Самара).

Самым известным читателем Феокрита, который его бранил и предпочитал ему Адама Смита, был Евгений Онегин. (Мария Ромашкина, 11 кл., школа 57.)

Вспомним также диалог Онегина с Ленским в III главе пушкинского романа:

Я модный свет ваш ненавижу;
Милее мне домашний круг,
Где я могу: — Опять эклога!
Да полно, милый, ради бога.

Участники конкурса называли и другие произведения русской литературы, в которых есть следы старинного жанра. В них, как правило, идёт речь о прошлом, об идиллии разрушенной. В частности, такова повесть Н. В. Гоголя «Старосветские помещики» («Я иногда люблю сойти на минуту в сферу этой необыкновенно уединённой жизни, где ни одно желание не перелетает за частокол, окружающий небольшой дворик... Жизнь их скромных владетелей так тиха, так тиха, что на минуту забываешься и думаешь, что страсти, желания и неспокойные порождения злого духа, возмущающие мир, вовсе не существуют... На лицах у них <старичков и старушек> всегда написана такая доброта, такое радушие и чистосердечие, что невольно отказываешься, хотя, по крайней мере, на короткое время, от всех дерзких мечтаний и незаметно переходишь всеми чувствами в низменную буколическую жизнь. Я до сих пор не могу позабыть двух старичков прошедшего века, которых, увы! теперь уже нет...»).

И конечно, таков роман И. С. Тургенева «Отцы и дети», фрагмент которого об утраченном семейном счастье Николая Петровича Кирсанова приведён в задании. Видимо, не случайно и имя Аркадий, которое супруги дали сыну — в напоминание о крае идиллического блаженства.

В заключение заметим, что нельзя счесть правильным слишком расширенное толкование идиллии как всякого представления об идеальной жизни. (В словах

идиллия и *идеал* действительно есть один и тот же греческий корень, но название жанра, как уже говорилось выше, по происхождению никак не связано с мыслью о совершенстве). И уж тем более ошибочно встречающееся в некоторых ответах утверждение, что идиллия — то же, что утопия.

4. Автор первого стихотворения (левая колонка) — К. Случевский, второго — Д. Кедрин.

Помогли мне сопоставить стихотворения реалии и годы жизни авторов. (Сергей Соколов) *Исторические детали первого стихотворения — лакеи, кредиторы — свидетельствуют о том, что всё происходящее разворачивалось до 1917 г.* (Мария Туркина). *В первом стихотворении автор — явно дворянин, и богатый. К нему съезжаются гости, у него есть лакеи, он оставляет наследство, в имении есть повар, покойник лежит на атласной подушке. Он — барин.* (Любовь Иванова, 11 кл., 565). *Первое стихотворение отражает многие реалии дореволюционной жизни (личный повар, лакеи, процедура отпевания и др.) Во втором содержатся такие новинки, как кислородные подушки, упоминается «чахоточный критик», который «в публичной „Вечерней газете“ уронит слезу в некролог» — ближе к советским реалиям. . . «* (Анна Кузнецова).

Сходство стихотворений — и формальное, и содержательное — без труда заметили все отвечавшие на 4-й вопрос.

Сходен размер — трёхстопный амфибрахий, рифмовка — перекрёстная; строфическая организация — четверостишия. Каждая строфа завершена синтаксически, т. е. стихотворения удовлетворяют жанру стансов. (Алексей Сорокин, 11, шк. 20, г. Королев). (Правда, тут нужно сделать важное уточнение: в стихотворении Случевского все окончания строк — женские, а рифма есть только в чётных строках, тогда как у Кедрина окончания чётных строк мужские, а рифма есть и в чётных, и в нечётных строках, из-за этого стихотворения могут не восприниматься как написанные в одном и том же ритме).

Оба поэта пишут о своих похоронах, о том, как их проводят в последний путь окружающие. (Виктория Данилова). *В обоих стихотворениях фигурируют жена, знакомые, равнодушные к умершему и способные «объесться на сытных поминках»; гроб, кладбище.* (Светлана Малютина, 10 кл., 1268 шк.). *Множество схожих подробностей: свеча, кладбище («. . . Зарывши// Мои безответные кости»; «. . . Перед вечным жилищем// Простясь и покончив со мной. . . »), даже упоминание подушки («В гробу на атласной подушке. . . »; «Когда кислородных подушек. . . »). . .* (Мария Вальковская)

Многие участники конкурса пишут, что осуждению у обоих поэтов подвергаются даже не столько конкретные люди, сколько сам посмертный ритуал, предписывающий изображать несуществующую скорбь, а также есть и пить в память о покойнике. При этом они отмечают некоторые тонкие различия, которые, впрочем, сами признают не слишком существенными для понимания главного.

Лирического героя 1-го стихотворения больше волнует социальный аспект проблемы. Он описывает поведение всех, кто был ему знаком, — а это люди из разных слоёв общества: жена, духовенство (священник), кредито-

ры, родственники, лакеи, повар. Их поведение раскрывает их внутренний мир, т. к. родственники не сожалеют о смерти искренне, а лишь хотят получить наследство; лакеям жаль лишь места, которое они потеряли после смерти хозяина. У лирического героя второго стихотворения переживания упираются не столько в социальный, сколько в духовный аспект. (Мария Туркина). *В первом произведении звучит тема денег (кредиторы, наследство, жалованье), которой нет во второй.* (Анастасия Жукова, 11 кл., гимназия 1570). *Случевский говорит, что он видел свои похороны во сне, в то время как Кедрин уже предчувствует свою скорую гибель... И то, и другое стихотворения, хотя каждое по-своему, но всё же проникнуты чувством тоски, обречённости, безнадёжности.* (Анатолий Бобе). *Случевский «видит», что о его смерти никто не жалеет, кроме лакеев, потерявших место, «видит» сытные поминки, рассматривает гостей. Кедрин же не «видит», он только предполагает, как отреагируют на его смерть (поэтому у Случевского целовала, рыдали, а у Кедрина потушит, напьются).* (Алёна Сперанская).

Однако все размышлявшие над двумя стихотворениями отметили и коренное, существенное отличие второго стихотворения от первого. *В стихотворении Кедрина появляется ещё один образ, в корне меняющий настроение стихотворения, — «высокая дама», искренняя в своём горе. Последние две строфы создают новое настроение, вызывают у читателя надежду, снимают ощущение пустоты и безысходности (особенно если перед этим стихотворением прочитать произведение Случевского, создающее очень тяжёлое настроение и очень сильно воздействующее на читателя).* (Светлана Малютина). *Разница, как мне кажется, заключается в том, что во втором произведении более легкое, «прощающее» настроение...* (Анастасия Жукова). *Образ дамы-незнакомки переплетается с образом природы, делая смерть героя потерей для окружающего мира.* (Анастасия Трубникова, 11 кл., гимназия 1567) *Женщина в стихотворении Кедрина «одета печально и просто» в отличие от жены героя первого стихотворения, которая «крепом красиво прикрылась». Множество параллелей дают основание предположить, что Кедрин, когда писал своё стихотворение, имел в виду Случевского, но в последних двух строфах нарочито отталкивался от него.* (Мария Вальковская). *В конце второго стихотворения появляется пронзительно печальный образ высокой дамы, отчего всё оно приобретает несколько иное звучание... В результате конец стихотворения оставляет ощущение тайны, недосказанности, в то время как первое заканчивается категорично и жёстко, пресекая любые попытки читателя найти что-то светлое в его строках.* (Дарья Мищенко, 11 кл., школа 617, Санкт-Петербург).

В заключение приведем еще несколько интересных наблюдений над поэтикой стихотворений. *Интересно отметить ссылку на «Евгения Онегина» («Был малость педант, но способный,// Слегка скучноват, но умён...» — ср. «учёный малый, но педант...»)* (Мария Вальковская). *Первое, начинаясь сколь возможно торжественно и возвышенно, оканчивается натуралистичным описанием низких предметов, второе же, начинаясь с сугубо бытовых подробностей смерти, оканчивается достаточно лирично.* (Сергей Соколов). *В первом стихотворении много звукописи: хриплые певчие пели; крепом кра-*

сиво прикрывшись; рыдали при радостной встрече. В стихотворении множество шипящих... Во втором стихотворении также используется звукопись: на чахлую клячу кричать... (Валентина Лагузинская, 10 кл., гимназия 1514). *Ирония (и даже сарказм) первого стихотворения достигается неожиданными сочетаниями слов (печальные сёстры и братья рыдали при радостной встрече; жена в интересном безумьи). Особенно яркий образ — поминальный пирог рядом с костями лирического героя.*

Во втором стихотворении нет столь жёстких, страшных образов. Ощущение равнодушия и бесчувственности в нём достигается с помощью большого количества слов со значением «немного» (малость педант, но способный, слегка скучноват, но умён; не очень напьются друзья). Очень важны здесь пейзажные детали. Мартовский дождик рисует перед читателем серый, скучный день, такой же незначительный, как и смерть лирического героя. А весенние зарева роз сопровождают и дополняют образ героини, внося в него что-то прекрасное, свежее. (Дарья Мищенко).

Задания и решения конкурса по литературе подготовила Надежда Ароновна Шапиро, преподаватель Московской государственной пятьдесят седьмой школы. Задание № 4 предложил И. Иткин.

КОНКУРС ПО ИСТОРИИ

Вопросы и задания

Все задания адресованы школьникам всех классов: каждый может выбрать те, которые ему по вкусу и по силам; достаточно выполнить хорошо (не обязательно полностью) 2 задания из первых десяти или верно указать хотя бы 10 ошибок в заданиях 11 или 12 (нужно составить список указанных в текстах событий (фактов), которые на самом деле происходили или **не тогда**, или **не там**, или **не так**, и объяснить, как, где и с кем они происходили — или почему их вообще не могло быть).

1. В каком веке жители Франции впервые увидели слонов? Какие это были слоны: индийские или африканские? Кто привёл их во Францию?

2. Назовите 3 старейших здания Москвы (стоящие в 2005 году). Когда они были построены? Как бы ответили на такой вопрос москвичи в 1905 году?

(Вместо Москвы вы можете рассмотреть другой знакомый вам древний город — например, ваш родной город или столицу вашей страны; не забудьте указать, про какой именно город вы написали).

3. Постройте цепочки из общих знакомых между людьми в следующих парах:

Оливер Кромвель — Пётр Первый;
А. С. Пушкин — Н. И. Лобачевский;
Джордж Вашингтон — Екатерина 2.

4. Поэма Фирдоуси «Шах-Намэ» (10 век) содержит краткий обзор истории Ирана. Но в ней нет ни слова о царях из рода Ахеменидов. Как это можно объяснить? С каких правителей начинает свою историю Фирдоуси? Кто подобен этим древнейшим героям в истории России?

5. Назовите по одному выдающемуся церковному деятелю (кроме светских правителей) России (или вашей страны) из каждого столетия — от 11 века до 17 века. Чем они прославились?

6. Когда в дипломатической практике Европы появился принцип: «Cuius Regio, Eius Religio» («Чья власть, того и вера»)? Что он утверждает? Какие события заставили его ввести? Какие новые события привели к отмене этого принципа?

Из заданий 7, 8, 9 рекомендуется выбирать не больше одного.

7. Составьте биографию самого интересного для вас англичанина — из любой эпохи. Чем привлекает вас эта личность? (На ответ не рекомендуется тратить существенно больше одной страницы.)

8. Составьте сценарий вашей дискуссии с одним из известных историков прошедших веков. О чём бы вы его спросили? С какими его утверждениями вы готовы спорить?

9. Можно ли найти глубокое сходство между вымиранием Динозавров и гибелью Римской Империи? Если да, то что общего между этими процессами? Верно ли, что оба они были неотвратимы?

10. Назовите по одному известному математику из каждой европейской нации. Какие открытия сделали эти учёные?

11. Найдите исторические ошибки в тексте.

Роковой год Петуха

В год Петуха седьмого круга Хроникона Сын Неба Тай-Цзу, разгромив войска сартаулов и пленив их вождя Текеша, достиг славного города Итиль в устье могучей реки Джейхун. Удобный морской путь ведёт отсюда в Багдад — столицу халифа Ан-Насира, убившего послов Сына Неба. Вот бы сейчас нанести ему визит во главе победоносной армии! Но на Каспии нет флота, способного перенести через море три тумена кешиктенов и нойонов. Придётся наступать на Багдад кружным путём — спустившись по реке Инд и далее по Синему морю, как плыл Искандер Зу-ль-Фикар 20 веков назад. Он доплыл — и мы доплывём!

А пока нужно освоить наследство древней Хазарии. Отсюда, из Итиля, хаканы рода Дуло рассылали приказы по всей Степи — до лесной страны Рус. Пока осмелевший хан Святослав не сжёг Итиль в роковом 666 году Хиджры... С тех пор русы никому не платят дань: этот обычай пора изменить! Два тумена удальцов пойдут на север вдоль реки Джейхун — через Казан и Булгар, до города Твер, где правит хан Ярослав. Пять веков степная конница не ходила по этой дороге — с тех пор, как халиф Мамун подчинял хазар и полян воле Аллаха. Сейчас эта воля — на стороне Сына Неба, подчинившего мусульман Мавераннахра!

Пусть Тохучар-нойон и Джебе-боотур поведут войска на север! С ними пойдут старшие внуки Тай-Цзу: Бату и Бури, Гуюк и Менгу. Их отцы правят улусами вдоль Шёлкового пути — от Шанхая до Бухары и Каракорума. Пусть внуки подчинят неведомые земли Севера — как сам Тай-Цзу покорил меркитов на берегах Байкала. А дед поразмыслит в Итиле о пути на Запад — через Джейхун и Сейхун, до Дуная и Рейна, где стоит Старый Рум. Его стерегут воины с алым крестом на одежде. Нукеры Тай-Цзу побеждали их под стенами Бухары; вряд ли исход будет иным под стенами Праги! Власть Сына Неба охватит все земли, куда купцы довозят шёлк — даже если сам Чакравартин не увидит этих дальних окраин. . .

Эти гордые и опасные мечты не воплотились в жизнь. Внезапная болезнь оборвала жизнь Тай-Цзу в месяце Мухаррам рокового года Петуха — на семидесятом году жизни правителя, как предсказал давно казнённый им шаман Тэб-Тэнгри. Внуки и нойоны покойного правителя проводили его тело на родину — в город Ханбалык, на берегу жёлтого Улуг-Хема. Войско Тохучара и Джебе повернуло назад вдоль Волги, не дойдя сотни вёрст до Твери, где князь со страхом ожидал степняков. Но храбрый Бату–оглан запомнил величавую Волгу на всю жизнь и через 20 лет вернулся, чтобы основать здесь свою столицу. Его брат Менгу тоже вернулся, чтобы покорить Новый Рум — но болезнь сгубила его на Дунае, и непобедимые тумены остановились в западном конце Великой Степи.

12. Найдите исторические ошибки в тексте.

Эйнштейн

Свой 27-й день рождения Альберт Эйнштейн отметил, как обычно, в семейном кругу.

Маленькая квартира на окраине Женевы — приют почтового служащего, не способного найти работу в университете. То ли дело было 200 лет назад! Тогда юный Леонард Эйлер закончил учёбу в кружке братьев Бернулли, не зная ни одного иностранного языка — и немедленно отбыл в Россию, ко двору императора Петра 1. Как хотелось бы Эйнштейну достичь сходных высот! Увы — без греческого и латыни в университет не принимают. . . А в Политехническом институте учат только физике и химии — зато им учат хорошо!

Профессор Макс Планк рассказывал будущим инженерам о великих загадках физики. Почему электрон, обращаясь вокруг ядра в атоме, не излучает свет — хотя это предсказал сэр Джон Максвелл? Почему скорость света не зависит от движения наблюдателя, который её измеряет? Это заметили недавно немецкие физики — Милликен и Доплер. Наконец, почему масса движущегося тела растёт с ростом его скорости — как недавно установил в Берлине профессор Антон Лоренц? Все эти тайны нужно решить в новом веке новым физикам — наследникам Ньютона и Эйлера!

С тех пор Эйнштейн посвящал все вечера чтению книг по физике и расчёту физических явлений. Как много фактов не имеют до сих пор математического обоснования! Например, Броуново движение пылинок в воде: оно явно вызвано ударами молекул по частицам пыльцы! Измерив скорости пылинок и зная их

массу, можно рассчитать массы молекул — а значит, и атомов водорода и кислорода! Полтораста лет физики мечтают об измерении пресловутого числа Авогадро; похоже, что Эйнштейн нашёл верный путь к расчёту этого числа! Такой успех достоин Нобелевской премии! Маститый Лоренц уже получил её — первым из немецких физиков. Кто станет вторым лауреатом? Быть может, юный Эйнштейн?

Кстати: эффект Доплера—Милликена можно объяснить совсем просто — приняв его за новую аксиому оптики, наравне с волновой аксиомой Ньютона. Примирить эту модель с теорией Максвелла тоже можно — если принять скорость света за наибольшую возможную скорость движения во Вселенной! Из этого следует разная скорость хода часов на разных планетах. Красивое предсказание! Как его проверить — пока на Луне нет часов, чьи показания можно считывать в телескоп с Земли? Жаль, что этот проект не реален! Уж проще запустить с помощью ракеты искусственный спутник Земли с часами внутри — и ловить их сигналы с помощью радиоволн, предсказанных Максвеллом и обнаруженных Резерфордом! Но вряд ли Эйнштейн доживёт до запуска такого спутника. . .

Нет, лучше сосредоточить все силы на расчёте Броунова движения! Гипотеза о наибольшей скорости света подождёт до лучших времён. Сначала нужно стать лауреатом — а уж потом выдвигать теории, которым никто с ходу не поверит!

Так решилась судьба Нобелевской премии по физике за 1912 год. Шведская Академия Наук присудила её теоретику Эйнштейну и экспериментатору Паули — за выяснение точных размеров и масс атомов по скоростям Броунова движения. К тому времени Эйнштейн уже опубликовал невероятную Теорию Относительности, предсказал волны гравитации — но до экспериментальной проверки этих чудес оставалось ещё 20 лет. До запуска спутников Земли — 40 лет. Но старик Эйнштейн успел-таки увидеть маленькие рукотворные звёздочки в ночном небе Женевы — и услышал радиосигналы, подтвердившие дерзкую гипотезу его юных лет.

Ответы, решения и комментарии к заданиям конкурса по истории

Автор заданий и решений — Сергей Георгиевич Смирнов, ведущий научный сотрудник ИИО РАО.

1. *В каком веке жители Франции впервые увидели слонов? Какие это были слоны: индийские или африканские? Кто привёл их во Францию?*

Первые слоны попали в Галлию (будущую Францию) с войском Ганнибала. Он перешёл из Испании через Пиренеи в 218 году до н. э., чтобы достичь Италии по суше (на море уже господствовали римляне). Его слоны были африканские: их наловили и приручили в Атласских горах, где тогда преобладал степной ландшафт.

Первый индийский слон был доставлен во Францию (ко двору Карла Великого) около 805 года — по морю из Багдадского халифата. Это был подарок Карлу от халифа Гаруна ар-Рашида.

2. *Назовите 3 старейших здания Москвы (стоящие в 2005 году). Когда они были построены? Как бы ответили на такой вопрос москвичи в 1905 году?*

(Вместо Москвы вы можете рассмотреть другой знакомый вам древний город — например, ваш родной город или столицу вашей страны; не забудьте указать, про какой именно город вы написали).

Древнейшие здания современной Москвы — это Спасский собор Спасо-Андроникова монастыря, а также его ровесники: храм Трифона в Напрудном переулке и храм Рождества Богородицы в Кремле, заложенный в память Дмитрия Донского (1390), но перестроенный в 17 веке.

Все они сооружены до 1450 года.

Другие каменные храмы 14 века были снесены и заменены более роскошными соборами (Успенский, Архангельский, Богоявленский) при Иване 3 в конце 15 века, или были снесены в 1930-е годы.

3. *Постройте цепочки из общих знакомых между людьми в следующих парах:*

Оливер Кромвель — Пётр Первый;
А. С. Пушкин — Н. И. Лобачевский;
Джордж Вашингтон — Екатерина 2.

Возможные варианты (более подробное обсуждение см. далее в аналитическом обзоре):

Оливер Кромвель — Джон Валлис (математик и шифровальщик в штабе Кромвеля) — Исаак Ньютон — Пётр 1.

А. С. Пушкин — царь Николай 1 — министр просвещения Магницкий — ректор Казанского университета Н. И. Лобачевский.

Джордж Вашингтон — Бенджамен Франклин (физик, посол США в Париже) — Лаланд (астроном, один из авторов французской «Энциклопедии») — Дени Дидро (составитель «Энциклопедии») — Екатерина 2.

4. *Поэма Фирдоуси «Шах-Намэ» (10 век) содержит краткий обзор истории Ирана. Но в ней нет ни слова о царях из рода Ахеменидов. Как это можно объяснить? С каких правителей начинает свою историю Фирдоуси? Кто подобен этим древнейшим героям в истории России?*

В Исламском мире историческая память разных народов, как правило, не уходила вглубь дальше Александра Македонского. Памятники эпохи Ахеменидов отмечены лишь клинописными надписями: персы разучились их читать с распространением арамейского алфавита, в первые века н. э. Фирдоуси хорошо знал историю Ирана в эпоху царей Сасанидов (226–651 годы), и очень бегло — в предыдущую Парфянскую эпоху (начало н. э.). Перед ними была эпоха былинных богатырей (Рустама и других), подобных Илье Муромцу. До сих пор персы называют сохранившиеся гробницы царей Ахеменидов (Кира и Дария 1) «Накш-и-Рустам».

Фирдоуси начал свою поэму с описания подвигов Рустама и его сподвижников. Так, вероятно, поступил бы и Пушкин — если бы он располагал только былинами, но не летописями Киевской эпохи.

5. *Назовите по одному выдающемуся церковному деятелю (кроме светских правителей) России (или вашей страны) из каждого столетия — от 11 века до 17 века. Чем они прославились?*

В 11 веке интересен митрополит Иларион — первый русский человек на Киевской кафедре, поставленный Ярославом Мудрым. Он — автор «Слова о Законе и Благодати», где утверждает превосходство Евангелия над Ветхим Заветом.

В 12 веке можно выбрать летописца Нестора или игумена Даниила, описавшего своё путешествие в Иерусалим.

В 13 веке интересен митрополит Кирилл — первый глава русской церкви после монгольского нашествия. Он сначала был печатником (канцлером) князя Даниила Галицкого: сопровождал его в Орду к Батыю, потом описал эту поездку в летописи. Позднее Кирилл стал союзником Александра Невского: он похоронил его во Владимире и написал его «Житие».

14 век отмечен первым московским митрополитом Алексием (воспитателем Дмитрия Донского) и Сергием Радонежским, живописцем Феофаном Греком.

В 15 веке выделяются митрополиты Киприан Болгарин (редактор первой Московской летописи), Фотий Грек (его смерть в 1430 году открыла путь к Великой замятне внутри Московского княжеского дома) и Иона Рязанский: в 1448 году он был впервые избран на соборе русских епископов, без утверждения его патриархом в Константинополе. Тогда же работал Андрей Рублёв.

В 16 веке сначала доминировал митрополит Макарий (воспитатель Ивана Грозного). За ним прославился Филипп Колычев — выдвиженец Грозного, ставший противником Опричнины и убитый по приказу царя Ивана.

17 век отмечен первыми патриархами в Москве. Гермоген призвал к изгнанию оккупантов-поляков и был ими убит. Филарет стал основателем династии царей Романовых. Потом Никон пытался установить равновесие сил между царём и патриархом — но был низложен при царе Алексее.

6. *Когда в дипломатической практике Европы появился принцип: «Cuius Regio, Eius Religio» («Чья власть, того и вера»)? Что он утверждает? Какие события заставили его ввести? Какие новые события привели к отмене этого принципа?*

Это — тезис о примате светской власти королей и князей над духовной властью епископов. Он вошёл в условия Аугсбургского религиозного мира (1555), положившего конец долгой войне католиков с протестантами в Германской империи (при императоре Карле 5 Габсбурге). Вторая аналогичная война (Тридцатилетняя: 1618–1648 годы) охватила большую часть Европы и привела к победе национальных партий над религиозными. Победители («протестанты», возглавленные католической Францией) решили предоставить **всем** немцам свободу выбора вероисповедания, чтобы ослабить власть католического императора из того же дома Габсбургов.

7. *Составьте биографию самого интересного для вас англичанина — из любой эпохи. Чем привлекает вас эта личность? (На ответ не рекомендуется тратить существенно больше одной страницы.)*

Возможные герои:
король Альфред Великий из Уэссекса (9 век);
король Вильям Завоеватель (11 век);
кардинал Стефан Ленгтон (13 век);

королева Елизавета 1 и
Вильям Шекспир (16 век);
инженер Джемс Уатт и
капитан Джемс Кук (18 век);
физик Майкл Фарадей и
биолог Чарлз Дарвин (19 век);
физик Эрнст Резерфорд и
биолог Френсис Крик (20 век).

8. *Составьте сценарий вашей дискуссии с одним из известных историков прошедших веков. О чём бы вы его спросили? С какими его утверждениями вы готовы спорить?*

Возможные партнёры: Геродот, Полибий, Тит Ливий, Тацит, Прокопий, Сыма Цянь, Конфуций, Августин Блаженный, Абд ар-Рахман ибн Хальдун, Никколо Макиавелли, Арнольд Тойнби, Лев Гумилёв.

9. *Можно ли найти глубокое сходство между вымиранием Динозавров и гибелью Римской Империи? Если да, то что общего между этими процессами? Верно ли, что оба они были неотвратимы?*

См. далее (в аналитическом обзоре, стр. 557) комментарии к ответам участников турнира на этот вопрос.

10. *Назовите по одному известному математику из каждой европейской нации. Какие открытия сделали эти учёные?*

Возможные варианты:
Англичанин — Исаак Ньютон (математический анализ гладких функций).
Венгр — Янош Бойяи (неевклидова геометрия).
Грек — Архимед (вычислил первые объёмы путём интегрирования).
Немец — Георг Кантор (общая теория множеств) или Карл Гаусс.
Норвежец — Софус Ли (создал теорию непрерывных групп Ли) или Нильс Абель.
Поляк — Стефан Банах (создатель функционального анализа).
Русский — Андрей Колмогоров (аксиоматика теории меры и теории вероятностей).
Француз — Анри Пуанкаре (алгебраическая топология) или Эварист Галуа.
Итальянец — Джироламо Кардано (решение кубических уравнений).

11. *Найдите исторические ошибки в тексте.*

Для удобства текст приводится ещё раз. Места в тексте, в которых сделаны ошибки, отмечены номерами, соответствующими номерам в последующем списке ошибок и комментариев.

Роковой год Петуха

В год Петуха седьмого круга Хроникона[7] Сын Неба Тай-Цзу[1], разгромив войска сартаулов[2] и пленив их вождя Текеша[2], достиг славного города Итиль[4] в устье могучей реки Джейхун[3]. Удобный морской путь ведёт отсюда

в Багдад[4] — столицу халифа Ан-Насира, убившего послов[5] Сына Неба. Вот бы сейчас нанести ему визит во главе победоносной армии! Но на Каспии нет флота, способного перенести через море три тумена кешиктенов[6] и нойонов[6]. Придётся наступать на Багдад кружным путём — спустившись по реке Инд и далее по Синему морю, как плыл Искандер Зу-ль-Фикар[9] 20 веков назад. Он доплыл[8] — и мы доплывём!

А пока нужно освоить наследство древней Хазарии[10]. Отсюда, из Итиля, хаканы рода Дуло[10] рассылали приказы по всей Степи — до лесной страны Рус. Пока осмелевший хан Святослав[11] не сжёг Итиль в роковом 666 году Хиджры[11]... С тех пор русы никому не платят дань: этот обычай пора изменить! Два тумена удальцов пойдут на север вдоль реки Джейхун[3] — через Казан и Булгар, до города Твер, где правит хан Ярослав[12]. Пять веков степная конница не ходила по этой дороге — с тех пор, как халиф Мамун[13] подчинял хазар и полян воле Аллаха[13]. Сейчас эта воля — на стороне Сына Неба, подчинившего мусульман Мавераннахра!

Пусть Тохучар-нойон и Джебе-боотур[14] поведут войска на север! С ними пойдут старшие внуки Тай-Цзу: Бату и Бури, Гуюк и Менгу[18]. Их отцы правят улусами вдоль Шёлкового пути — от Шанхая до Бухары[15] и Каракорума[15]. Пусть внуки подчинят неведомые земли Севера — как сам Тай-Цзу покорил меркитов на берегах Байкала[16]. А дед поразмыслит в Итиле о пути на Запад — через Джейхун и Сейхун, до Дуная и Рейна, где стоит Старый Рум[17]. Его стерегут воины с алым крестом на одежде[19]. Нукеры Тай-Цзу побеждали их под стенами Бухары; вряд ли исход будет иным под стенами Праги! Власть Сына Неба охватит все земли, куда купцы довозят шёлк — даже если сам Чакравартин[20] не увидит этих дальних окраин...

Эти гордые и опасные мечты не воплотились в жизнь. Внезапная болезнь оборвала жизнь Тай-Цзу в месяце Мухаррам[22] рокового года Петуха[21] — на семидесятом году жизни правителя, как предсказал давно казнённый им шаман Тэб-Тэнгри. Внуки и нойоны покойного правителя проводили его тело на родину — в город Ханбалык[23], на берегу жёлтого Улуг-Хема[23]. Войско Тохучара и Джебе[24] повернуло назад вдоль Волги, не дойдя сотни вёрст до Твери[24], где князь со страхом ожидал степняков. Но храбрый Бату-оглан запомнил величавую Волгу[24] на всю жизнь и через 20 лет вернулся, чтобы основать здесь свою столицу. Его брат Менгу[25] тоже вернулся, чтобы покорить Новый Рум[26] — но болезнь сгубила его на Дунае[25], и непобедимые тумены остановились в западном конце Великой Степи.

Список ошибок и комментарии к тексту «Роковой год Петуха».

1. Тай-Цзу — это императорский титул Чингиз-хана, принятый им после захвата Северного Китая и победы над чжурчженями (империя Цзинь) в 1215 году.

2. Сартаулами монголы называли тюрок-мусульман, жителей Средней Азии. Чингиз-хан вторгся туда в 1218 году, и одержал победу в 1220 году. Его врагом был не Текеш (уже умерший), а сын Текеша Мухаммед — шах Хорезма. После поражения он бежал и пропал без вести.

3. Река Джейхун — это Аму-Дарья. Город Итиль стоял не в её устье, а в устье Волги. При жизни Чингиз-хана монголы туда не добирались.

4. Ни из Хорезма (на Арале), ни из Итиля (на Каспии) морского пути в Багдад (стоящий на Евфрате) нет и быть не может — по географическим причинам.

5. Монгольские послы добрались до Багдада лишь в 1256 году — через 30 лет после смерти Чингиз-хана. Там они были убиты, за это монголы разорили Багдад.

6. Кешиктены — это солдаты-гвардейцы Чингиз-хана. Нойоны — это монгольские князья или генералы. Число кешиктенов было 10 000 (один тумен), нойонов — менее сотни.

7. Годы Хроникона — традиционное летоисчисление в Византии, восходящее к Александру Македонскому. Монголы не пользовались этим христианским календарём, а лишь традиционным дальневосточным «звериным циклом» длиною в 12 лет.

8. Как Александр Македонский (в 330 году до н. э.), так и монгольская армия (в 1256 году от Р. Х.) добиралась до района Багдада (в Двуречье) по суше.

9. Традиционное прозвище Александра Македонского в Исламском мире — Зу-ль-Карнайн (рогатый). Зу-ль-Фикар (разделяющий позвонки) — прозвище меча пророка Мухаммеда.

10. Наследие Хазарии было уже забыто степняками в эпоху Чингиз-хана. Но имя правившего в ней ханского рода — Ашина, не Дуло. Род Дуло правил в Болгарии.

11. Князь Святослав разрушил Итиль (столицу Хазарии) в 965 году от Р. Х — то есть, в 330-е годы Хиджры (исламского летоисчисления). Но при Чингиз-хане монголы не пользовались летоисчислением своих врагов — мусульман.

12. Чингиз-хан не успел принять решения о вторжении на Русь, поскольку он был занят войнами на ближних фронтах. Он ничего не знал о древнем князе Святославе, или о нынешнем князе Ярославе — даже о существовании города Тверь на Волге.

13. Единственный поход арабской конницы вдоль Волги на север происходил в 737 году от Р. Х. — за 80 лет до правления халифа Маамуна в Багдаде.

14. Монгольский полководец Джебе, как и Тохучар, носил княжеский титул «нойон». Титул «боотур» (незнатный герой) носил только воевода Субедé.

15. Бухара входила в улус (удел) старшего сына Чингиза — Джучи. Каракорум был столицей Чингиза, и ни в какой улус не входил. Шанхай (в Южном Китае) был захвачен монголами только в 1250-е годы; он лежал у моря, а не на степном Шёлковом пути.

16. Чингиз-хан никогда не был на Байкале — хотя его войска доходили до степей Забайкалья (на северной границе его державы).

17. Чингиз-хан, конечно, слышал о Руме (Риме) и Новом Руме (Константинополе) — но о Дунае и Рейне он не успел узнать. Об Итиле (Волге) Чингизу доложили Джебе и Субеде лишь в 1225 году — когда они вернулись из Западного похода.

18. Многие внуки Чингиз-хана (включая Бату, Бури, Гуюка и Менгу) приняли участие в походе на Русь — но это случилось только в 1237 году, через 10 лет после смерти Чингиз-хана.

19. Воины Чингиз-хана нигде не сталкивались с отрядами крестоносцев — хотя отдельные воины этого типа служили в монгольских войсках. Один из них — Пайдар (Питер — видимо, немец или англичанин) служил у Бату и погиб в 1241 году.

20. Ча́кравартúн — «Владыка Вселенной», титул верховного правителя в Индии. Чингиз-хан его не использовал: его войска не успели проникнуть в Индию.

21. Чингиз-хан умер в августе 1227 года от Р. Х. По дальневосточному календарю это был год Собаки, а не Петуха.

22. Мухарра́м — месяц исламского календаря, которым монголы (язычники) не пользовались в эпоху Чингиз-хана.

23. Ханбалык — монгольское название города Пекин. Чингиз-хан (Тэмучжин) родился не там и не на Верхнем Енисее (Улуг-Хем), а в степи у истоков реки Селенги, впадающей в Байкал.

24. Разведочный поход в Причерноморье возглавили Джебе́ и Субеде́ (а не Тохучар). Их войско, обойдя Кавказ с востока (через Азербайджан), прошло вдоль северного берега Азовского моря — через Половецкую степь. Нижнюю Волгу монголы увидели только на обратном пути — через Булгарию, в 1224 году. Среднюю Волгу и Тверь они впервые увидели во время похода Бату — в 1238 году.

25. Менгу (двоюродный брат Бату) не возвращался на запад после 1241 года, а участвовал в покорении Южного Китая, где и умер в 1259 году (будучи тогда преемником своего деда — великим ханом Степи и императором Китая).

26. Монгольские войска не могли покорять Новый Рум (Византию), потому что её тогда *не существовало*: в Константинополе с 1204 по 1261 год хозяйничали крестоносцы.

12. *Найдите исторические ошибки в тексте.*

Для удобства текст приводится ещё раз. Места в тексте, в которых сделаны ошибки, отмечены номерами, соответствующими номерам в последующем списке ошибок и комментариев.

Эйнштейн

Свой 27-й день рождения Альберт Эйнштейн отметил, как обычно, в семейном кругу[1].

Маленькая квартира на окраине Женевы[2] — приют почтового служащего[2], не способного найти работу в университете. То ли дело было 200 лет назад! Тогда юный Леонард Эйлер закончил учёбу в кружке братьев Бернулли, не

зная ни одного иностранного языка[3] — и немедленно отбыл в Россию, ко двору императора Петра 1[4]. Как хотелось бы Эйнштейну достичь сходных высот! Увы — без греческого и латыни в университет не принимают... А в Политехническом институте учат только физике и химии — зато им учат хорошо!

Профессор Макс Планк[5] рассказывал будущим инженерам о великих загадках физики. Почему электрон, обращаясь вокруг ядра в атоме, не излучает свет — хотя это предсказал сэр Джон[6] Максвелл? Почему скорость света не зависит от движения наблюдателя[7], который её измеряет? Это заметили недавно немецкие физики — Милликен[7] и Доплер[7]. Наконец, почему масса движущегося тела растёт с ростом его скорости — как недавно установил в Берлине[9] профессор Антон Лоренц? Все эти тайны нужно решить в новом веке новым физикам — наследникам Ньютона и Эйлера!

С тех пор Эйнштейн посвящал все вечера чтению книг по физике и расчёту физических явлений. Как много фактов не имеют до сих пор математического обоснования! Например, Броуново движение пылинок в воде: оно явно вызвано ударами молекул по частицам пыльцы! Измерив скорости пылинок и зная их массу, можно рассчитать массы молекул — а значит, и атомов водорода и кислорода! Полтораста лет физики мечтают об измерении пресловутого числа Авогадро; похоже, что Эйнштейн нашёл верный путь к расчёту этого числа! Такой успех достоин Нобелевской премии! Маститый Лоренц уже получил её — первым[8] из немецких физиков. Кто станет вторым лауреатом? Быть может, юный Эйнштейн?[11]

Кстати: эффект Доплера—Милликена можно объяснить совсем просто — приняв его за новую аксиому оптики[12], наравне с волновой аксиомой Ньютона[10]. Примирить эту модель с теорией Максвелла тоже можно — если принять скорость света за наибольшую возможную скорость движения во Вселенной! Из этого следует разная скорость хода часов на разных планетах. Красивое предсказание! Как его проверить — пока на Луне нет часов, чьи показания можно считывать в телескоп с Земли? Жаль, что этот проект не реален! Уж проще запустить с помощью ракеты искусственный спутник Земли с часами внутри[16] — и ловить их сигналы с помощью радиоволн[15], предсказанных Максвеллом и обнаруженных Резерфордом![14] Но вряд ли Эйнштейн доживёт до запуска такого спутника...

Нет, лучше сосредоточить все силы на расчёте Броунова движения! Гипотеза о наибольшей скорости света подождёт до лучших времён. Сначала нужно стать лауреатом — а уж потом выдвигать теории, которым никто с ходу не поверит![13]

Так решилась судьба Нобелевской премии по физике за 1912 год[11]. Шведская Академия Наук присудила её теоретику Эйнштейну и экспериментатору Паули[20] — за выяснение точных размеров и масс атомов по скоростям Броунова движения[18]. К тому времени Эйнштейн уже опубликовал невероятную Теорию Относительности, предсказал волны гравитации[19] — но до экспериментальной проверки этих чудес оставалось ещё 20 лет[17]. До запуска спутников Земли — 40 лет. Но старик Эйнштейн успел-таки увидеть маленькие рукотворные звёздочки в ночном небе Женевы — и услышал радиосигналы, подтвердившие дерзкую гипотезу его юных лет[16].

Список ошибок и комментарии к тексту «Эйнштейн».

1. Действие происходит в 1906 году: тогда Эйнштейну (1879–1955) исполнилось 27 лет, и три главных его открытия в физике были уже сделаны (специальная теория относительности, квантовый фотоэффект, расчёт масс атомов по броуновскому движению).

2. Эйнштейн жил в молодости не в Женеве, а в Цюрихе; позднее он работал в Берне в патентном бюро, а не на почте.

3. Эйлер (как почти всякий швейцарец) смолоду знал несколько разных языков: немецкий (родной), французский, латынь. Вырос он не в Цюрихе или Женеве, а в Базеле.

4. В 1727 году Эйлер уехал из Базеля в Россию — но не к Петру 1 (тот уже умер), а ко двору его вдовы — Екатерины 1.

5. Имя Максвелла — Джемс Клерк, а не Джон.

6. Макс Планк всю жизнь прожил в Германии; Эйнштейн у него не учился, только читал его книги и встречался с ним на конгрессах.

7. Независимость скорости света от направления полёта наблюдателя обнаружили в 1887 году Майкельсон и Морли. Милликен прославился позже — точным измерением заряда электрона (Томсон измерил отношение заряда электрона к его массе). Доплер (1803–1853) умер ещё в 19 веке; он открыл свой эффект только для звуковых волн, для света это сделали Физó и Фукó.

8. Первым Нобелевским лауреатом по физике (среди немцев, и вообще) стал не Лоренц, а Рентген (1901 год).

9. Хендрик Антон Лоренц работал не в Берлине, а в Лейдене (Нидерланды).

10. Ньютон придерживался не волновой, а корпускулярной теории света. Волновую теорию впервые предложил Гюйгенс.

11. Эйнштейн получил Нобелевскую премию только в 1921 году («За заслуги перед теоретической физикой, и особенно за открытие закона фотоэлектрического эффекта»).

12. Эйнштейн действительно принял результат опыта Майкельсона—Морли за новую аксиому физики. Этот опыт был увенчан Нобелевской премией в 1907 году — задолго до награждения Эйнштейна.

13. Молодой Эйнштейн был отважный физик: он не примеривался сначала публиковать самые бесспорные свои работы, а уж потом — спорную теорию относительности.

14. Радиоволны предсказал Максвелл — но обнаружил их в опыте Генрих Герц.

15. В 1906 году регулярное радиовещание и космическая связь через радиоволны — всё это казалось ещё фантастикой всем, кроме энтузиаста Маркони.

16. Опыт с точными часами, установленными на искусственном спутнике Земли, был задуман и поставлен в самом начале Космической эры (1959 год). Эйнштейн не дожил до этого триумфа специальной теории относительности и космической физики: он умер в 1955 году.

17. Триумф общей теории относительности наступил в 1919 году — когда Артур Эддингтон измерил искривление световых лучей, идущих от дальней звезды и проходящих мимо массивного Солнца. Только после этого открытия учёная публика согласилась считать Эйнштейна гением — и дать ему Нобелевскую премию, всё равно за какое открытие.

18. Нобелевскую премию за измерение размеров атомов («За работу по дискретной природе материи и в особенности за открытие седиментационного равновесия») получил французский физик Перрен — только в 1926 году.

19. Эйнштейн предсказал существование гравитационных волн в 1915 году — на основе общей теории относительности. Обнаружить эти волны в эксперименте не удалось до наших дней: возле Земли они несут слишком мало энергии.

20. Вольфганг Паули (1900–1958) был не экспериментатор, а теоретик — на 20 лет моложе Эйнштейна. Свои главные открытия (спин электрона, нейтрино) он сделал в 1931 году, но Нобелевскую премию получил лишь в 1945 году («За открытие принципа запрета, который называют также принципом запрета Паули»).

Аналитический обзор

Первые две задачи Турнира (по любой из наук) обычно считаются самыми лёгкими. Школьники это знают — и набрасываются на них со всем пылом, совершая все мыслимые и многие немыслимые ошибки. Задача 1 (о слонах во Франции) установила в этом смысле рекорд: она высветила удивительную глубину массового суеверия. Больше половины ломоносовцев считают, что первых слонов население Франции увидело лишь в колониальную эру: то ли при Луи 14 (в 17 веке) то ли даже при Наполеоне 1, который якобы «привёл слонов из Египта». А ведь он даже солдат своих в Египте бросил, ибо адмирал Нельсон разгромил флот Наполеона при Абукире! Пришлось генералу Бонапарту бежать сквозь блокаду с десятком верных офицеров — в надежде на захват власти в бесхозной Франции. Авось, будет удача: тогда победителя никто не осудит!

Прав оказался смельчак: 200 лет спустя потомки победителей Наполеона готовы ему даже слонов пожертвовать! Хотя их в будущую Францию впервые привёл Ганнибал — полководец не слабее Наполеона, но на 20 веков старше него. Жаль, что этих двух героев в нашей школе изучают не одновременно: тогда школяры знали бы, что вершины доблести можно найти в любом столетии.

Самая популярная ошибка в задаче 2 (о московских храмах) случалась в первой же фразе: «Старейшие здания Москвы стоят в Кремле». Не стоят они там, ибо каждый правитель норовил заменить шедевр своего предшественника новой, ещё более пышной постройкой! Иван 3 начал эту гонку в 1479 году (Успенский собор), но не охватил ею старейшие монастыри вне Кремля. Так в Андрониковом монастыре сохранился до наших дней Спасский собор 1420-х годов, куда Иван 3 и даже его отец заходили ещё в детском возрасте. . .

Очень немногие участники турнира довели эту мысль до логического завершения. Ведь условия задачи 2 позволяют рассмотреть архитектуру **любого** старого города России — и даже вне её границ! Назвать три старейших зда-

ния во Владимире или Киеве, в Новгороде или Иерусалиме многим москвичам легче, чем обозреть московскую или питерскую старину. Но шедевр хитроумия среди питерян произвела Далила Абу Хакемах из 9 класса гимназии 610: она сообразила, что в Питере (и вообще в России) нет архитектурных чудес старше, чем гранитные сфинксы Аменхотепа 3, стоящие на берегу Невы с 1832 года! За ними следуют Петропавловская крепость, домик Петра на берегу Невы (и стоящая с ним рядом пара гранитных китайских львов 17 века, привезённая русским генералом из Маньчжурии в начале 20 века — как только заработала Транссибирская железная дорога).

Третье место по популярности и коварству заняла задача 9 (о римлянах и динозаврах). Ясно, что любое её гениальное решение должно быть простым — но не тривиальным! Вот два примера (в пересказе с авторского жаргона):

А. Мозг динозавра очень мал, в сравнении с его телом. У тиранозавра он такой же, как у гориллы; у диплодока — такой же, как у кошки. Столь же малую долю от населения Империи составляет её «мозг»: это пара дюжин министров, окружающих императора. Ясно, что столь слабо управляемый механизм погибает при первой же внешней катастрофе! (Владимир Никишин из 11 класса лицея 1548).

Б. Общее между римлянами и динозаврами только то, что мы их упорно обожаем, хотя они давно вымерли. Это наша общая человеческая болезнь: поклонение неукротимой Силе, будь то Сталин или Цезарь, мамонт или динозавр. Это — факт массового сознания; можно его исследовать научно или художественно, кому как угодно! (Светлана Гуткина из 10 класса 27 школы).

Возможны и другие нетривиальные решения этой задачи. Прочие решения — вроде того, что «римляне и динозавры отжили свой срок на Земле» — жюри всерьёз не принимало. Так же мы не рассматривали биографии современных или прошлых рок-музыкантов или футболистов, предложенные в задаче 7 — о самом интересном англичанине. Здесь бесспорное лидерство захватил Оливер Кромвель — самый яркий диктатор на британской земле. За ним колонной выстроились: Уинстон Черчиль и Елизавета 1, Ричард Львиное Сердце и Эдвард 1 со своим потомком — Чёрным Принцем. О Шекспире написали многие, но без явных удач. О Ньютоне и Фарадее писали немногие, о Резерфорде и Максвелле — никто. К сожалению, дела и страсти этих учёных мужей не отражены в пьесах или повестях шекспировского уровня — а учебники физики пишутся сухо и сдержанно.

Самое полное решение задачи 10 (об известных математиках из разных стран Европы) дал Вася Гаврилов из 10 класса школы № 1 подмосковного города Троицк. Он сумел верно назвать математические открытия, сделанные британцем Ньютоном и ирландцем Гамильтоном, французом Ферма и итальянцем Фибоначчи, немцем Кантором и швейцарцем Эйлером, норвежцем Абелем и греком Менелаем (не Евклидом, не Пифагором и даже не Архимедом!). Кого же Вася выбрал достойным представителем российской математики? Не Лобачевского, не Чебышёва и даже не Колмогорова — но его ученика, петербуржца Юрия Матиясевича, выпускника Колмогоровского интерната, решателя одной из проблем Гильберта. Говорят, что Васе довелось слушать одну из лекций Матиясевича — и вот, запомнил он героя-современника!

Сходная задача № 5 (о русских церковных лидерах) требует хорошо организованной памяти. В этот раз лучшее решение представила Юлия Матюта из лицея города Протвино — заповедника российских физиков. Она указала семерых властителей дум из всех столетий: первого русского митрополита Илариона (11), летописца Нестора (12), а в 13 веке — неутомимого митрополита Кирилла, сподвижника и биографа самых ярких князей: Даниила Галицкого и Александра Невского. В 14 веке Юлия назвала митрополита Алексия и игумена Сергия, а в 15 веке она выбрала, пожалуй, самую противоречивую фигуру: Иосифа Волоцкого, который защитил право русской церкви на мирские богатства — но обрёк её этим на подконтрольность светской власти. Век 16 Юлия отметила Макарием — воспитателем царевича Ивана, организатором Избранной Рады. Через год после его кончины Иван 4 стал Грозным, учредив Опричнину. Ещё через полвека террористическая машина убила патриарха Гермогена — последнего избранника 11-классницы из города Протвино.

Очень трудной проблемой для всех ломоносовцев оказалась задача 4: почему великий поэт Фирдоуси не упомянул в своей поэме царей Ахеменидов? Самая простая гипотеза (что Фирдоуси жил в исламском обществе и не хотел воспевать царей — язычников) не проходит. Половина книги «Шах-Намэ» посвящена царям Сасанидам, тоже не ведавшим проповеди Мухаммеда. Значит, патриотизм был для Фирдоуси (как и для Пушкина) важнее, чем религиозное благомыслие! Отчего он не воспел Кира Завоевателя и Дария Устроителя, как Пушкин — Вещего Олега? Да оттого, что Пушкин читал «Историю» Карамзина, а Фирдоуси не читал книгу Геродота! В прежние века никто не перевёл греческую «Историю» на арабский язык — а древнюю клинопись персов в 10 веке Христовой эры уже никто не умел читать! Её дешифровка началась как раз в эпоху Пушкина. . .

Напротив, принцип «Чья власть, того и вера» столь близок нашим современникам, что многие школяры решили: он сложился в 20 веке, когда Ленин и Муссолини, Сталин и Гитлер наперебой внушали его подвластным народам. Неправда! Похожие нравы бывали и раньше — хотя бы в пору европейской Реформации. Понятно, что большинство ломоносовцев считает самым ярким её представителем не Лютера даже, а Генриха 8 в Англии: уж очень он похож на нашего Петра 1 стремлением обратить всех окружающих в свою веру!

Кто же первый отступил от силового абсолютизма в делах веры? И где пригодилась эта умеренность? Многие ломоносовцы заметили, что начало религиозной терпимости во Франции положил своим Нантским эдиктом Генрих 4, который не мог ясно сказать о себе: гугенот ли он (в душе) или католик (в уме). Но кто распространил этот принцип на всю Европу? Тут мнения разделились: одни называют католического кардинала Ришелье, возглавившего лагерь протестантов в Тридцатилетней войне и доведшего свою партию до победы (хотя сам кардинал умер раньше). Другие называют французских депутатов — революционеров 1789 года, которые впервые уравняли в правах католиков, гугенотов и иудаистов. Вероятно, правы обе группы спорщиков — хотя в китайском или исламском мире независимость политики от религии ещё не утвердилась, да и в России немало противников этого принципа.

Самой трудной для большинства ломоносовцев стала задача 3 — на построение кратких цепочек из общих знакомых между двумя персонами из разных стран или времён. Кратчайшую цепочку — с *одним* промежуточным звеном — между Вашингтоном и Екатериной 2 угадал Саша Кисельников (8 класс, гимназия 1543). Он смутно вспомнил, что некий английский моряк (Поль Джонс) поступил в русский флот и дослужился здесь до адмирала, воюя против турок бок о бок с Фёдором Ушаковым. Затем (или прежде того?) неугомонный искатель приключений отбыл в Америку — и там стал организатором боевого флота США. (На самом деле Поль Джонс сначала служил в Америке, а потом — в России.)

Найти *пару* общих знакомых между Александром Пушкиным и Николаем Лобачевским оказалось гораздо легче. Первой промежуточной персоной здесь служит царь Николай 1. Он был лично знаком с Пушкиным (чему поэт был вовсе не рад), а с Лобачевским не встречался — хотя высоко ценил его, как надёжного ректора в новом дальнем университете. Общим знакомцем между царём и ректором можно назвать хоть казанского губернатора, хоть министра просвещения. . .

Построить цепь знакомых между Петром 1 и Кромвелем гораздо труднее. Несколько бывалых ломоносовцев догадались вставить в середину будущей цепочки пару французских королей: Луи 14 и Луи 15, прадеда и правнука. Младший из них встречал Петра, когда тот посетил Париж (1717); старший общался с Кромвелем через послов в 1650-е годы, когда в Англии не было другого правителя.

Иной путь от Петра к Кромвелю ведёт через Ньютона, который встречал Петра ещё в пору Великого Посольства (1697), и через Ньютонова друга — Джона Валлиса, бывшего шифровальщика при штабе Кромвеля, ставшего одним из учредителей Королевского Общества в 1662 году. Но Валлис и сам встречался с Петром в 1697 году — так что без Ньютона в этой цепочке можно обойтись! Придумать эту мелкую хитрость не сумел ни один ломоносовец 2005 года — хотя многие из них писали о Ньютоне в задаче 7.

Как обычно, задачи на поиск исторических ошибок резко отделили небольшую группу профессионалов от огромного множества любителей исторической науки. Например, далеко не все участники поняли, что речь идёт о Чингиз-хане, которого в первом тексте *незаконно* именуют Тай-Цзу! Этот китайский титул («Великий Предок») был пожалован завоевателю после его смерти — когда его внук Хубилай завершил покорение Китая и объявил деда основателем новой монгольской династии Юань (1260–1368).

Понятно, что при жизни Чингиза (до 1227 года) монголы не пользовались ни китайским, ни греческим (по Хроникому), ни исламским (от Хиджры) календарём. Кстати, год смерти Чингиза в «зверином» цикле имеет знак Свиньи, а не Петуха; этот факт заметил лишь *один* участник Ломоносовского турнира! Другие два лауреата — Алексей Сорокин из города Королёва и Майя Шляхтер из Петербурга — набрали в задаче 11 рекордное число баллов: 26–28. Следующий за ними москвич Миша Драбкин набрал 19 баллов, прочие — гораздо меньше. Общее в трёх лидерских работах одно: их авторы не пишут о том, чего не знают, и почти не делают *своих* ошибок.

Иное дело с Эйнштейном (задача 12): о нём все готовы писать всё, что в голову приходит. В итоге наилучший результат — всего 11 баллов (его достигли многие участники)! Мало кто сообразил, что швейцарец Эйлер с детства хорошо знал и французский, и латынь (кроме родного немецкого) — а потом выучил и русский; не зря он стал академиком четырёх академий Европы! По той же языковой причине Эйнштейн (рождённый и выросший в Германии) *не* жил во франкоязычной Женеве — и, конечно, он *не* работал на швейцарской почте, где нужно знать хотя бы 4 разных языка! Он служил в патентном бюро Берна — того самого города, куда потом Штирлиц направил пастора Шлага для борьбы с интригой Гиммлера и Даллеса... Увы, этого не сообразил ни один ломоносовец!

Некоторые герои (хотя бы Глеб Харитонов из 174 школы, знающий о патентном бюро) вообще не верят, будто Эйнштейн и Лоренц были Нобелевскими лауреатами! Правда, Эйнштейн получил премию через 19 лет после Лоренца — и (формально) *не* за Теорию Относительности (слишком оригинальную), а за фотоэффект. Через 5 лет «квантовый» лауреат Эйнштейн затеял с другим «квантовым» лауреатом — Бором — спор о допустимости вероятностных моделей в квантовой механике.

Так и среди ломоносовцев 2005 года: лучший результат составляет 28 очков за Чингиз-хана, и всего 11 — за Эйнштейна. Оба наивысших балла получила убеждённая гуманитарка Майя Шляхтер из Петербургской Классической гимназии. Как героиня, она может многое себе позволить — и позволяет! Майя назвала самым интересным англичанином Эдварда Лира — основателя «поэзии абсурда», который сочинял лимерики ещё при королеве Виктории, даже читал соответствующий курс в Оксфорде. Только кафедру Чепухи там для него не создали! Интересно: какую кафедру (и где) возглавит со временем Майя Шляхтер? Поживём — увидим.

Но Майя уже заканчивает гимназию; кто придёт ей на смену? Интересную заявку подал 6-классник Илья Спектор из 1266 школы. Его герой в истории Англии — Ричард 3 (спасибо Шекспиру!) В тексте о Тай-Цзу Илья верно нашёл 11 ошибок, а сам спутал только возраст царевичей Бату и Менгу. При жизни деда эти мальчишки ещё не ходили на войну! В задаче о русских церковниках Илья назвал Сергия, Иону, Филиппа и Никона: хорошее начало. Наконец, среди московских храмов Илья назвал Спаса на Бору — последний памятник Ивана Калиты, снесённый в 1933 году. Только в задаче 4 Илья был не аккуратен: он назвал царей-зороастрийцев «язычниками», хотя они верили в единого Бога и имели свое Священное Писание. Пророк Мухаммед персов язычниками не считал! Интересно: каких высот Илюша достигнет в других науках? Опять: поживём — увидим.

В заключение сообщим статистику нынешнего турнира (по Москве). Из 5987 участников в конкурсе по Истории участвовали 1411 человек. Из них похвальных грамот удостоены 115 человек. В их числе 7 работ удостоены особых премий. Их написали 5 москвичей, двое школяров из Подмосковья (города Протвино и Королёв). Ещё две работы высшего качества были написаны в Петербурге.

КОНКУРС ПО АСТРОНОМИИ И НАУКАМ О ЗЕМЛЕ

Вопросы

Отвечайте на **любые** из предложенных вопросов, которые Вам интересны. Достаточно дать правильные ответы на 4 вопроса. Больше — можно. При подведении итогов будут учтены количество правильных ответов, их полнота и Ваш класс (возраст).

1. 2005 год объявлен «Годом физики» в честь 100-летия теории относительности А. Эйнштейна. Какие Вы можете назвать фундаментальные физические открытия, которые за последний век заметно изменили нашу жизнь? За что Эйнштейн получил Нобелевскую премию? Последние годы бурно развиваются т. н. «нанотехнологии» (приставка «нано» означает 10^{-9}: нанометр, наносекунда,. . .). Почему взяли именно этот размер?

2. 2005 год — год 60-летия окончания Великой Отечественной (9 мая 1945 г.) и Второй мировой (2 сентября 1945 г.) войн. Какие астрономические открытия были сделаны во время боевых действий? Какой казус произошёл в конце войны по астрономическим причинам?

3. 29 марта 2006 г. в районе Кавказских минеральных вод будет наблюдаться полное солнечное затмение.

Как затмения Солнца «помогли» теории Эйнштейна? Почему астрономы говорят, что солнечные затмения на Земле уникальны во всей Солнечной системе? Какова наибольшая ширина полосы полной фазы затмения? Какова максимально возможная продолжительность солнечного затмения? В какой стране мира полные затмения происходят чаще всего? С какой скоростью перемещается тень Луны и за какой интервал времени (примерно) она закроет конус вулкана Эльбрус?

4. Район Кавказских минеральных вод знаменит своими целебными источниками.

Какие условия необходимы для возникновения источника или родника? Почему люди предпочитают пользоваться ключевой водой? Почему минеральные воды отличаются от родниковых? Чем определяются названия Кисловодск, Железноводск, Горячеводск? Какие ещё районы минеральных вод Вы знаете?

5. 26 декабря 2004 г. около о-ва Суматра произошло очень сильное (8.9 *M*) землетрясение, вызвавшее гигантские цунами (до 20 м высотой) по всей акватории Индийского океана. Эта природная катастрофа унесла жизни около полумиллиона человек.

Почему эти волны незаметны в открытом океане? Почему они так вырастают около берега? Почему для этого явления общепринято японское название («цу-на-ми» = «высокая волна в заливе»)? Чем они отличаются от обычных океанских волн? В каких районах океанов и морей они наиболее опасны? Где их может не быть? Когда аналогичное событие было в прошлый раз? Какие меры защиты могут быть предприняты на будущее?

6. Все небесные тела вращаются (кто как, конечно, но всё-таки). Какие астрономические объекты вращаются медленнее всего? Какие — быстрее всего? Почему такая разница? Чем отличается вращающаяся чёрная дыра от обычной? А не вращается ли Вселенная в целом? Заметим ли мы это?

7. Представьте себя жителем будущего лунного поселения. Какие отличия от родного неба Земли Вам наверняка бросятся в глаза? Будет ли Земля на лунном небе двигаться относительно звёзд так же, как Луна на земном? Какие детали на Земной поверхности можно рассмотреть с лунной станции? Какой на Луне Зодиак? Можно ли на Луне устроить солнечные часы (гномон)? Можно ли в качестве часов использовать Землю?

Ответы и комментарии к вопросам конкурса по астрономии и наукам о Земле

Вопрос № 1. *2005 год объявлен «Годом физики» в честь 100-летия теории относительности А. Эйнштейна. Какие Вы можете назвать фундаментальные физические открытия, которые за последний век заметно изменили нашу жизнь? За что Эйнштейн получил Нобелевскую премию? Последние годы бурно развиваются т. н. «нанотехнологии» (приставка «нано» означает* 10^{-9}*: нанометр, наносекунда,. . .). Почему взяли именно этот размер?*

Ответ. За последние столетие были созданы теория относительности, квантовая механика, теория строения атома и материалов, открыто и исследовано явление радиоактивности (рентгеновские лучи), разработаны системы излучения и приёма радиоволн (радиосвязь), полупроводниковые приборы (транзистор, ставший основой современных компьютеров), лазер, сделаны фундаментальные работы в области аэродинамики, появилась авиация, а затем и космонавтика, создана ядерная энергетика (и ядерное оружие). Все эти открытия так или иначе существенно изменили уклад жизни человечества, существовавший к началу 20 века.

Нанометры — это характерные размеры молекул. Современная научные достижения и технологии позволяют работать с отдельными молекулами вещества. На меньших масштабах пропадает само понятие вещества, там существуют только элементарные частицы — это уже ядерная физика и физика элементарных частиц.

Комментарий. В 1905 году Эйнштейн опубликовал четыре небольшие работы в «Анналах физики», в которых изложил основы специальной теории относительности. Через несколько лет, к 1916 году, он обобщил все свои труды в так называемую общую теорию относительности, которая привела к революции не только в физике, но и во всём естествознании, изменила представления о пространстве и времени, фактически изменила всю физическую картину мира. Поэтому неслучайно празднуется 100 лет теории относительности как всемирно значимая дата. Теория относительности за этот век стала рабочей физической теорией, которая используется во всех расчётах от атомных реакторов до полётов космических аппаратов.

Но нужно подчеркнуть, что количественные эффекты теории относительности весьма малы, и можно сказать, что в наш быт теория относительности за эти

100 лет не проникла. Она ограничивается специальными физическими и инженерными приложениями в области высоких технологий, высоких энергий, больших скоростей. Но в повседневной жизни мы ею практически не пользуемся.

Зато ещё одно открытие, произошедшее примерно 100 лет назад, можно действительно сказать, полностью перевернуло всю нашу повседневную жизнь. Это событие произошло в 1900 году, когда Макс Планк предложил понятие кванта энергии, из которого впоследствии развилась квантовая физика и квантовая механика. Интересно заметить, что Эйнштейн получил свою Нобелевскую премию точно также за объяснение одного из квантово-механических эффектов. Это так называемый фотоэффект, когда под действием квантов света из поверхности металлов выбиваются электроны.

Работы Резерфорда и Бора на основе квантовой механики позволили создать теорию строения атома. И это приложение квантовой механики получило широчайшее использование не только в прикладных отраслях физики, но и во всей технике современного человечества. Самый известный пример — это, конечно, лазер (в котором реализован механизм когерентного индуцированного излучения атомами). Лазеры применяются сейчас в медицине, в области связи, в транспорте, в энергетике. Буквально трудно назвать ту отрасль человеческого хозяйства, современной техники, где бы лазеры не нашли своё место.

Теория строения атома имеет прямое отношение к современной теории строения всех материалов. Соответственно, все современные материалы, которые мы используем в технике, так или иначе связаны с атомной физикой, с теорией строения атома. Абсолютное большинство материалов, которые нас окружают, которые мы сейчас используем — это искусственно созданные материалы, с заданными свойствами, и как минимум их структура, их строение исследовались спектральными методами. Вся спектроскопия — это точно также следствие теории строения атома, его электронных оболочек.

Также можно упомянуть открытие X-лучей Рентгеном. Освоение рентгеновского диапазона также имеет широчайшее применение в технике и в медицине.

Следующий, огромнейший раздел — это изобретение систем излучения радиоволн. Открытие радио Поповым, затем Маркони, привело к стремительному развитию радиосвязи, современного телевидения, всех радиотехнических систем, которые также повсеместно применяются во всех отраслях хозяйства и экономики.

Следующий раздел — это работы Жуковского, Циолковского, которые дали развитие всей современной авиации, а затем и космонавтике, освоению космического пространства и выходу человечества в космос, на поверхность других планет. Освоение воздушного океана, затем космоса — это, конечно, принципиально новая вещь, которая появилась за истекшее столетие. Первые успешные попытки воздухоплавания (на воздушном шаре) относятся, скорее всего, к 18 веку, но основные технические решения, позволившие создать самолёт, вертолёт и, тем более, ракетно-космическую технику — это достижения 20 века.

Можно упомянуть такое, может быть узкое, но тоже повсеместное применение квантовой механики, как приборы освещения. Дело в том, что от обычной лампочки накаливания Эдисона, которая пользуется просто нагреванием материала за счёт прохождения электрического тока, мы сейчас опять таки во многих

местах перешли к освещению сначала люминесцентными лампами — это прямое излучение электронных оболочек. А затем (и сейчас) бурно развиваются осветительные приборы на основе белых лазеров.

Огромный объём новых отраслей (науки и промышленности) связан с формулой Эйнштейна $E = mc^2$. Связь массы (m) и энергии (E), c — скорость света. Из этой формулы, выведенной Эйнштейном 100 лет назад, проистекает вся ядерная физика, а, соответственно, и ядерная энергетика. Не будем забывать, что современное человечество значительную долю своей энергии производит на атомных электростанциях.

Отдельным моментом опять-таки нельзя обойти вниманием проблему ядерного оружия. Это тоже достижение, хотя, может быть и в кавычках, истекшего столетия. И хотя непосредственно атомное оружие применялось всего 2 раза — в Хиросиме и Нагасаки, но сам факт его наличия и степень развития современных ядерных вооружений безусловно полностью изменили современный мир, устройство современного мира. Понятия войны и мира сейчас совершенно иные, нежели это было в прежние эпохи.

Возвращаясь к материалам, можно сказать, что человечество предпочитает в своём непосредственном окружении, например в еде, одежде, мебели, конечно же, естественные материалы. Ну одеваемся мы в хлопок, шерсть. Мебель стараемся делать из дерева. Но вся современная индустрия, вся техника основаны на искусственно созданных материалах. Природные материалы практически полностью вытеснены своими конкурентами, которые существенно превосходят их по тем или иным свойствам и качествам. А эти свойства разработаны, сконструированы, созданы на основе теории строения вещества, теории строения атома, его электронных оболочек, то есть на основе квантовой механики.

Вторая часть вопроса относится к размеру наноструктур. Приставка «нано» означает 10^{-9}. Большинство участников правильно указывали, что размер нанометра сопоставим с размерами атома. А, соответственно, современные технологии приблизились к тому минимальному пространственному пределу, когда мы ещё можем работать с тем или иным веществом. То есть с минимально возможными группами атомов того или иного вещества, или даже с отдельными атомами. Можно сказать, что на меньших масштабах пропадает само понятие вещества. На меньших масштабах мы полностью уходим в квантовый мир, где существуют только элементарные частицы. Там нет полных атомов, там нет вещества, там нет химических связей, там нет физических свойств вещества. Поэтому вся технологическая линия истории человечества от каменного топора, от ремесленных приложений, обработки материалов, к исследованию свойств камня, металла, дерева, других материалов, можно сказать, сейчас подошла к своему логическому завершению, точнее сказать, к своему пространственному пределу. Это как раз предел нанометров.

Вопрос № 2. *2005 год — год 60-летия окончания Великой Отечественной (9 мая 1945 г.) и Второй мировой (2 сентября 1945 г.) войн. Какие астрономические открытия были сделаны во время боевых действий? Какой казус произошёл в конце войны по астрономическим причинам?*

Ответ. В связи с военной необходимостью была разработана (существенно усовершенствована) радиолокационная техника, с помощью которой случайно было обнаружено излучение радиоволн Солнцем (а затем — и другими космическими объектами, что положило начало развитию радиоастрономии).

Во время Второй мировой войны разрабатывалась для военных целей ракетная техника, и результаты этих разработок впоследствии были использованы (и используются сейчас) для освоения космического пространства.

В это же время велись разработки в области ядерной физики, завершившиеся в конце войны созданием и применением ядерного оружия, но имеющие также и большое научное значение.

В послевоенные годы была разработана спутниковая система обнаружения (и определения координат) всплесков гамма-излучения, которые возникают в момент ядерных взрывов (при испытаниях ядерного оружия). С помощью этой системы кроме гамма-всплесков земного происхождения также были обнаружены аналогичные всплески от очень далёких космических источников, что позволило сделать большой шаг вперёд в изучении физики космоса.

В военные годы была существенно усовершенствована система радиосвязи, были сделаны первые работы по помехоустойчивой и скрытой (на фоне помех) передачи информации, позднее — получены фундаментальные результаты в области приёма слабых сигналов (в том числе от космических объектов), физики, математики, теории информации.

Комментарий. Астрономическое открытие, которое было сделано в ходе боевых действий, состояло в следующем. В 1941 году начались интенсивные бомбардировки фашистской Германией (Люфтваффе) Англии, в частности, Лондона. Поскольку у Германии не было возможности осуществить десант и оккупировать Великобританию с моря, основные усилия были брошены на бомбардировки.

Развернулась мощная война в воздухе. Одним из основных средств раннего предупреждения и обнаружения наступающих бомбардировщиков Люфтваффе стало применение радиолокации. Англичане, можно сказать, изобрели, или существенно развили технику радиолокации, и благодаря этому стало возможным обнаруживать приближающиеся бомбардировщики заранее, определять их положение, наводить на них истребители. И в достаточной степени их уничтожать.

Но вместе с тем обнаружился крайне интересный для нас с исторической точки зрения и крайне неприятный для обороняющихся англичан эффект. Он состоял в следующем. Как правило, мощные волны наступающих бомбардировщиков немцев подходили к берегам Великобритании на рассвете, чтобы в ходе воздушных боёв самолёт находился в лучах Солнца, и был максимально незаметен (для английских истребителей, летящих навстречу бомбардировщикам, с запада на восток). Но это приём применялся в оптическом, видимом диапазоне. Неожиданно англичане обнаружили такой эффект, что в этот же самый момент, на рассвете, при восходе Солнца, их радарные установки фактически ослепляются. И они не могут обнаружить своими радиолокаторами подходящие бомбардировщики противника на фоне очень мощной радиопомехи. Первоначально было высказано предположение, что эту помеху в радиодиапазоне со-

здаёт какой-то специальный мощный передатчик противника, то есть немцев, и даже была поставлена радиолокационным станциям задача запеленговать этот источник, то есть определить на него направление, выяснить, где он находится, и, естественно, ответным бомбовым ударом его уничтожить.

Когда была проведена пеленгация источника этой помехи, с удивлением было обнаружено, что направления с разных радиолокационных станций оказываются параллельными. Иначе говоря, этот источник находится на бесконечности. Ну, бесконечность, конечно, относительно размеров Земли и относительно театра военных действий. На самом деле стало достаточно быстро понятным, что источником этой радиопомехи, которая столь успешно маскирует наступающие бомбардировщики противника, является не что иное, как само Солнце. Таким образом, в ходе воздушной битвы за Англию было открыто радиоизлучение Солнца.

Относительно казуса, который произошёл во время войны. Очень многие участники правильно отвечали, что этот казус состоит в том, что во время победы в мае 1945 года, когда были согласованы дата и время проведения процедуры безоговорочной капитуляции фашисткой Германии. Эта процедура началась в пригороде Берлина (Фарсхорст) 8 мая 1945 года в 23 часа по среднеевропейскому времени. Закончилась она через 40 минут. И получилось так, что для среднеевропейского времени, то есть для Центральной Европы, включая Германию, и тем более для стран антигитлеровской коалиции, которые находятся западнее, то есть для Великобритании, где действует Гринвичское время (на час позже), и тем более для США, которая на несколько часов отстаёт по поясному времени от Европы, событие «День победы» относится к дате 8 мая 1945 года. В тоже время в СССР, в Москве в этот момент было уже 2 часа ночи за счёт разницы поясного времени, а соответственно и другая календарная дата. Это дата 9 мая 1945 года. Соответственно, в нашей стране (и во всех странах бывшего СССР) День победы празднуется 9 мая. А в Центральной, Западной Европе и в Америке день победы (день окончания войны) отмечается 8 мая.

Среди астрономических приложений, которые происходят из военной техники (хотя это конечно уже не относится к периоду самой войны), можно отметить бурное развитие ракетной техники.

Первые эффективно действующие ракеты, баллистические ракеты были созданы под руководством Вернера фон Брауна в фашисткой Германии. Они использовались для обстрела Лондона и других городов Англии. Впоследствии развитие ракетной техники привело к созданию искусственных спутников Земли, к выходу человека в космос, к огромному количеству космических аппаратов, которые имеют и научные астрономические приложения.

Второй интересный момент астрономических результатов применения военной техники — это открытие гамма-всплесков. Дело в том, что в послевоенные годы была создана система спутников, задачей которых было обнаружение вспышек гамма-излучения, которое обычно сопровождает испытания атомного оружия. Это система спутников-наблюдателей контролировала осуществление ядерных взрывов с обоих сторон (СССР и США). И достаточно неожиданно было обнаружено, что не такие мощные, как со стороны Земли, но тем не менее, время от времени приходят гамма-всплески из космоса.

Впоследствии при детальном рассмотрении оказалось, что эти гамма-всплески приходят с очень больших расстояний, с космологических расстояний. За счёт наличия нескольких спутников, которые фиксируют момент прихода импульса, удаётся определить достаточно точно направление на источник гамма-всплеска. И таким образом из этого военного приложения сейчас родилась, а потом и развилась фактически вся гамма-астрономия. Гамма-всплески по современным представлениям сопровождают коллапс ядер сверхмассивных звёзд на стадии взрыва сверхновой, образования чёрной дыры, либо при столкновениях нейтронных звёзд между собой.

Вопрос № 3. *29 марта 2006 г. в районе Кавказских минеральных вод будет наблюдаться полное солнечное затмение.*

Как затмения Солнца «помогли» теории Эйнштейна? Почему астрономы говорят, что солнечные затмения на Земле уникальны во всей Солнечной системе? Какова наибольшая ширина полосы полной фазы затмения? Какова максимально возможная продолжительность солнечного затмения? В какой стране мира полные затмения происходят чаще всего? С какой скоростью перемещается тень Луны и за какой интервал времени (примерно) она закроет конус вулкана Эльбрус?

Ответ. Подробное описание и «сценарий» солнечного затмения 29 марта 2006 года опубликован на www-сервере «Астронет» (http://www.astronet.ru/db/msg/1209254).

Комментарий. 29 марта 2006 года в районе Кавказских Минеральных вод будет наблюдаться полное солнечное затмение. Описание и «сценарий» этого события уже широко опубликованы (но во время самого турнира эта информация ещё не была широко «распространена»), и все желающие могут с этой информацией ознакомиться.

Мы же рассмотрим несколько интересных фактов о солнечных затмениях (по материалам лекции, прочитанной для участников турнира 11 декабря 2005 года в Московском университете).

Как затмения Солнца помогли теории Эйнштейна? И почему астрономы говорят, что солнечное затмение на Земле уникально во всей Солнечной системе?

Ну, опять-таки, как они «помогли» теории Эйнштейна? Помогли здесь стоит в кавычках вот почему. Дело в том, что есть такой эффект, который называется эффектом Эддингтона. Он состоит в следующем. Вот у вас есть Солнце — это самый массивный объект в нашей Солнечной системе. И когда луч света проходит мимо массивного объекта, в данном случае мимо Солнца, то за счёт эффектов общей теории относительности, за счёт искривления пространства этот луч света начинает отклоняться на определенную величину, «искривляться». Как можно померить эффект искривления луча света, проходящего мимо яркого Солнца?

И вот тут-то как раз «помогли», опять-таки в кавычках, полные солнечные затмения. Эйнштейн опубликовал свою работу по общей теории относительности в 1916 году. Там же были выписаны все те формулы, из которых следовало, что такие эффекты искривления луча света должны наблюдаться. Встала задача их пронаблюдать.

А в 1919 году, через буквально три года, должно было произойти полное солнечное затмение. Оно наблюдалось в Западной Африке. Для того, чтобы увидеть эти эффекты общей теории относительности, была организована экспедиция под руководством сэра Артура Эддингтона, который был тогда ведущим астрономом в Великобритании.

Наблюдательный эффект состоял в следующем. Фотографируется образ неба там, где находится Солнце на момент полного затмения. Когда произошло полное затмение, у вас Луна закрывает диск Солнца и перекрывает световой поток Солнца. Это очень важно, потому что сразу на девять порядков уменьшается световой поток, и вы начинаете видеть полную солнечную корону, которая торчит с разных сторон. И звёзды, которые находятся около Солнца.

Задача состояла в том, чтобы в момент полного солнечного затмения сфотографировать эту область неба. Звёзды вокруг Солнца, которое само закрыто. Через полгода, когда Солнце уходит на другую часть неба, нужно сфотографировать тот же участок звёздного неба уже безо всякого Солнца. А потом нужно взять две фотографии и сравнивать. За счёт того, что луч света от звезды, который шёл мимо поверхности Солнца, искривился, положение звезды на фотографии, сделанной во время солнечного затмения, отличается от её положением на обычной фотографии, и эту разницу можно измерить.

Эти эффекты длятся буквально какие-то доли секунд. Тем не менее, этот эффект во время затмения 1919 года был обнаружен и померен, что наглядно подтвердило расчёты Эйнштейна.

Когда этот результат был опубликован, что да, действительно, в результате наблюдения видно, что луч света от звезды, проходя мимо Солнца, отклонился, и именно на ту величину, которую надо, кто-то написал Эйнштейну: «Вы знаете, вот имейте в виду, что Ваша теория так блестяще подтверждается наблюдениями. Что вот так у Вас было рассчитано, так оно на самом деле и есть». На что Эйнштейн ответил: «Вы знаете, я и не сомневался, что она правильная».

Эйнштейн также сказал: «Да Вы знаете, я и не сомневался в том, что моя теория правильная. А то, что Ваши наблюдения её так блестяще подтверждают, ну что ж, тем лучше для Ваших наблюдений».

Почему солнечные затмения уникальны для Солнечной системы? Дело в том, что мы с вами живём на такой удивительной планете под названием Земля, которая имеет такой удивительный спутник под названием Луна. Именно в данную историческую эпоху (только определяемую не мерками науки истории, а мерками науки астрономии, то есть эта эпоха составляет несколько миллионов лет) происходит счастливое стечение обстоятельств. А именно, видимые нами с поверхности Земли угловые размеры Солнца и угловые размеры Луны практически точно совпадают. Практически точно потому, что на самом деле и расстояние от Земли до Солнца немножко меняется, и размеры Солнца гуляют в диапазоне от двадцати девяти до тридцати двух угловых минут. И расстояние до Луны тоже немножко меняется.

Но в подавляющем большинстве случаев, когда происходит наложение на небе диска Луны на Солнце, происходит полное солнечное затмение. Луна как раз вырезает всю светящуюся атмосферу Солнца, то есть то, что светится,

закрывает её, и мы видим солнечную корону, которую в обычной ситуации мы видеть не можем.

Такая комбинация центрального светила и спутника планеты, конечно, уникальна, потому что у всех планет, которые ближе к Солнцу, у Меркурия и Венеры, спутников нет вообще, там нет солнечных затмений в принципе. У всех других планет, например, у Марса есть два спутника, Фобос и Демос, но они очень меленькие, и сколько-нибудь заметного затмения от них не получается.

Если мы поедем дальше по другим планетам, которые имеют уникальные поверхности, то непонятно, откуда мы, собственно, будем наблюдать. Если мы, скажем, полетим на тот же Юпитер, то мы там утонем в его водах и ничего не увидим. Просто там нет поверхности, на которую можно сесть и посмотреть. Но все равно, там тоже есть много спутников, но нет вот этого эффекта соответствия угловых размеров спутника и Солнца. И соответственно, такой эффект, когда Луна закрывает светящееся гнездо и оставляем корону, можно наблюдать только на Земле.

Расстояние между Луной и Землей увеличивается. Но, опять-таки, надо понимать, что это происходит в масштабах миллиардов лет. И в примерном диапазоне десятки миллионов лет, пока мы тут сейчас живём, происходит удивительное совпадение этих двух размеров. Чуть позже (ну, чуть позже опять-таки, скажем так, миллионов через сто лет) полностью весь диск Солнца Луна уже закрывать не сможет. И тогда эффект, который мы сейчас называем полным солнечным затмением, уже наблюдаться не будет.

Вопрос № 4. *Район Кавказских минеральных вод знаменит своими целебными источниками.*

Какие условия необходимы для возникновения источника или родника? Почему люди предпочитают пользоваться ключевой водой? Почему минеральные воды отличаются от родниковых? Чем определяются названия Кисловодск, Железноводск, Горячеводск? Какие ещё районы минеральных вод Вы знаете?

Ответ. Для образования источника необходим перепад высот. Где-то происходит накопление воды, а ниже этого уровня — выход на поверхность. (Возможны и другие механизмы перемещения воды, например, гидротермальные источники).

Родниковая вода, проходя перед выходом на поверхность через различные геологические структуры, подвергается фильтрации. Наиболее распространённый фильтрующий материал — обычный песок, в котором задерживаются различные механические и биологические примеси, а также происходит адсорбция растворённых в воде веществ.

Если фильтрующий материал (обычно — известняки) сам содержит растворимые в воде вещества, то получается не обычный «родник», а минеральный источник.

Родники и минеральные источники встречаются практически во всех уголках Земли. Соответственно, практически везде встречаются и соответствующие географические названия на самых разных языках мира.

Вопрос № 5. *26 декабря 2004 г. около о-ва Суматра произошло очень сильное (8.9 М) землетрясение, вызвавшее гигантские цунами (до 20 м высотой) по всей акватории Индийского океана. Эта природная катастрофа унесла жизни около полумиллиона человек.*

Почему эти волны незаметны в открытом океане? Почему они так вырастают около берега? Почему для этого явления общепринято японское название («цу-на-ми» = «высокая волна в заливе»)? Чем они отличаются от обычных океанских волн? В каких районах океанов и морей они наиболее опасны? Где их может не быть? Когда аналогичное событие было в прошлый раз? Какие меры защиты могут быть предприняты на будущее?

Комментарий. 26 декабря 2004 года около острова Суматра произошло очень сильное землетрясение, вызвавшее гигантское цунами до двадцати метров высотой по всей акватории Индийского океана. Эта природная катастрофа унесла жизни до полумиллиона человек на побережьях и стала наиболее шокирующим вызовом человечеству за последнее время. Почему эти волны незаметны в открытом океане? Почему они так вырастают около берега? Почему для этого явления общепринято японское название цунами, то есть это волна в заливе? Чем они отличаются от обычных волн, где они наиболее опасны?

Мысленно окидывая взором нашу жизнь (нашу — имеется в виду человечества в целом, за последние несколько десятков лет) надо признать, что то, что произошло в декабре 2004 года, для нас с вами, для современного человечества, наверное, является самым неприемлемым потрясением, потому что это катастрофа чисто природного характера. Это что значит? Это значит, что никто её не делал, на Земле такие вещи происходили, происходят, и будут происходить всегда. А вот что с ними делать — большой вопрос, потому что современное человечество совершенно не готово к такой ситуации, когда вот так в один прекрасный момент, точнее, не прекрасный, происходит что-то такое, и в результате этого гибнут люди.

Трудно даже сказать, сколько людей погибло — официально где-то до полумиллиона, до пятисот тысяч. Но есть подозрения, что на самом деле число жертв простирается до нескольких миллионов.

В общем, современное человечество не готово к тому, чтобы с такой ситуацией мириться. Дальше возникает вопрос, что это такое и как с этим поступать. Давайте начнём с того, что это такое. Источником цунами являются подводные землетрясения. Мы с вами живём на некой планете под названием Земля, и главное свойство поверхности этой планеты, на которой мы живем — это то, что она подвижна.

Мы с вами находимся, к счастью для нас, в центре огромной материковой платформы, она называется Русская платформа. И здесь, в Москве, например, землетрясения — это вещь нечастая. Ближайший очаг землетрясения, который мы чувствуем (последнее ощутимое землетрясение в Москве было в 1974 году) — это Карпаты. Оттуда приходит сейсмическая волна.

Вообще, для жителей больших материковых платформ вопрос землетрясений и, соответственно, цунами, к счастью, несущественен. Почему «к счастью»? Ну,

потому что, например, та же Япония находится мало того что на островах, она находится на так называемых островах островной дуги.

Что такое островная дуга? Рассмотрим две материковые плиты на поверхности Земли. За счёт внутренних движений в мантии Земли эти плиты двигаются. И когда встречаются две плиты океанского происхождения (это тонкие плиты, примерно толщиной по пять километров), начинается явление субдукции. Они сначала сдвигаются, потом начинается их смятие. Одна плита начинает уходить, погружаться под другую внутри Земли.

К чему это приводит на поверхности Земли? Во-первых, на поверхности Земли вот такой эффект приводит к образованию так называемых островных дуг. Если вы посмотрите на карту, то прекрасно увидите, что весь Тихий океан по всему периметру окольцован именно такими островными дугами. это Алеутские острова, Курильские острова, острова Камчатки, Японские острова (всего таких дуг в Тихом океане около двадцати).

Та плита, которая погружается, рождает океанский желоб глубиной до 4–8 км. А та плита, которая надвигается сверху, немножечко сминается и образует островную дугу.

С восточной стороны Тихого океана эти дуги образованы материками. Соответственно, это границы Северной Америки и особенно границы Южной Америки, это комбинация Чилийского желоба и Анд, наиболее высокой горной системы Южной Америки.

Движение плит происходит со скоростями от 1–2 до 10 сантиметров в год. Поскольку этот процесс идёт постоянно, то землетрясения в этих зонах — явление обыденное. Скажем, в той же Японии слабые землетрясения происходят ежедневно, а ощутимые и сильные, так сказать, еженедельно, а сильные, катастрофические — ежегодно. Поэтому в отличие от нас с вами, жителей больших материковых платформ, у которых, так сказать, земля тверда под ногами, жители стран, находящихся в сейсмических зонах, вынуждены с этим встречаться постоянно.

Вся культура японцев пронизана фактически элементом практически ежеминутного землетрясения. Это отчётливо прослеживается, например, в той же самой культуре строительства. Понятно, что, например, строить избы на Русской платформе — это одно, а строить лёгкие пагоды на островах, которые постоянно трясёт — это совершенно другое.

В Японии государство существует как устойчивое образование с древних времён, более тысячи лет. На всех других побережьях Тихого океана устойчивого государства в течение многих веков просто не было. Ну, то есть те, которые были, они уже не те. А вот культура отношений, которые эффективны и вроде бы оптимальны для японцев, существует многие века, она существует как постоянно присутствующая опасность.

«Увидел волну — пошёл ко дну» — древнее японское изречение. На самом деле, это совершенно не смешно. Когда жители, например, той же Европы приезжают на побережье какого-нибудь океана культурно отдохнуть, позагорать, покупаться, они совершенно не готовы к этой опасности. Рассказывают, что люди даже во время этого катастрофического цунами бежали навстречу, чтобы посмотреть, что это такое. Представляете, на вас надвигается вал воды двадца-

тиметровой высоты. В этой ситуации спасения практически нет, если только вы вовремя, заранее, не убежите на высоту, куда волна не достанет.

Что такое цунами вообще? В зоне стыка океанических плит «заныривание» одной плиты под другую происходит «скачками». То есть в течении некоторого времени плиты сжимаются, в них накапливается энергия деформации. В какой-то момент плита не выдерживает, происходит разлом, перемещение частей плиты на несколько метров. Возникает мощное землетрясение (или моретрясение, если это происходит не на поверхности суши, а на дне океана).

В чём отличие волны цунами от любых других волн? Все другие волны поверхностные. В сильный шторм поверхностные волны ощущаются на глубине до нескольких десятков метров. На подводных лодках, которые погружаются во время шторма на бóльшие глубины (сотни метров), влияние штормовых поверхностных волн вообще никак не ощущается.

Во время цунами происходит сейсмический удар по дну и колебание всей толщи океанской воды. Это слой примерно четыре–пять–восемь километров воды, и вся она участвует в колебательном движении.

Многие думают, что цунами в точке над эпицентром незаметно. На самом деле как на суше ощущаются сейсмические волны, идущие из глубины, так и на корабле, находясь над эпицентром цунами, мы его почувствуем, потому что снизу через морскую воду волны прекрасно передаются. Многие моряки, которые это переживали, говорят, что сотрясение палубы такое же сильное, как, например, на суше сотрясение почвы, и даже трудно устоять на ногах.

Отметим ещё раз, что это именно удар снизу вверх. Любые «боковые» волны быстро затухнут в результате трения слоёв воды друг о друга. А вот такой поршневой удар снизу поднимает всю толщу океана на несколько метров, а дальше эта энергия начинает распространяться в виде длинной волны.

Два слова о том, что такое длинные и краткие волны. Обычные, ветровые волны, имеют длину десятки, может быть, сотни метров, (от одного гребня до другого). Вспомнили картину «Девятый вал» Айвазовского, когда большая волна надвигается? Это обычная ветровая волна. Кстати, не надо думать, что обычные краткие волны такие уж слабенькие по сравнению с цунами. Из них самая большая ветровая волна во время шторма составляет где-то двадцать шесть метров. Это от самой глубокой впадины до самой вершины (рекорд инструментальных наблюдений). Ну, это, конечно, уникальный случай, но необходимо подчеркнуть, что ветровые штормовые волны при сильном волнении на море тоже могут достигать внушительных размеров.

Во время цунами возникает так называемая длинная волна. Это бугор, его размеры могут быть десятки, сотни километров. Он распространяется по всему океану со скоростью принципиально более высокой, чем скорость обычных волн. Скорость может составлять сотни, и иногда даже тысячи километров в час.

И вот такое возмущение распространяется по всему океану. Цунами может пересечь весь Тихий океан, начиная от точки землетрясения до какого-нибудь дальнего побережья. Этого времени достаточно для того, чтобы подать сигнал оповещения, и чтобы население успело на него среагировать и эвакуироваться в безопасные места. Скажем, время распространения цунами 2004 года через весь Индийский океан до побережья Африки составляло около шести часов.

А самая важная проблема состояла в том, что в Индийском океане нет системы оповещения.

На побережье Тихого океана (сюда входят Россия, Япония, Соединенные Штаты) все страны по берегам Тихого океана уже несколько десятилетий объединены в такую систему, когда при возникновении землетрясения на всё побережье передаётся сигнал тревоги. В течение первой половины двадцатого века, пока ещё такой системы не было, в Тихом океане происходили большие катастрофы с большим числом жертв. В 1946 году смыло Гавайские острова при землетрясении, эпицентр которого находился в Японии. После этого в Америке была развёрнута система предупреждений.

На Дальнем Востоке в 5 ноября 1952 году смыло город Северокурильск, располагавшийся на острове Парамушир. После этого в СССР также было принято принципиальное решение о развёртывании системы предупреждения.

В Индийском океане таких катастроф, видимо, в то время не было. И, к сожалению, там не было создано аналогичной системы безопасности. Подчеркнём ещё раз, что самое главное — не зафиксировать подводное землетрясение (сейчас это без труда делается с помощью спутниковых систем наблюдения), а своевременно передать сигнал тревоги каждому жителю побережья, которому угрожает опасность. В Индийском океане такой системы не было. И поэтому, к сожалению, люди на побережье оказались просто неоповещёнными, и для них это стало такой вот неожиданной трагедией, которая принесла большие жертвы. (Современные технические средства вполне позволяли решить эту проблему — в крупных туристических центрах было радио, телевидение и телефон, у многих туристов были мобильные телефоны, на которые вполне можно было разослать сигнал тревоги. Но, увы, никаких эффективных мер принято не было).

Вопрос № 6. *Все небесные тела вращаются (кто как, конечно, но всё-таки). Какие астрономические объекты вращаются медленнее всего? Какие — быстрее всего? Почему такая разница? Чем отличается вращающаяся чёрная дыра от обычной? А не вращается ли Вселенная в целом? Заметим ли мы это?*

Ответ. Угловая скорость вращения любого космического объекта в первом приближении определяется законом сохранения импульса и зависит от двух основных обстоятельств.

1. Угловая скорость вращения в момент рождения объекта.

2. Последующая деформация и перераспределение масс, в результате которого момент импульса сохраняется, а угловая скорость меняется.

Так, если объект испытывает гравитационное сжатие, сокращаясь при этом в размерах, период его вращения может быть очень маленьким (а угловая скорость, соответственно, большой). Так, например, период вращения нейтронных звёзд может составлять миллисекунды или доли миллисекунд.

Наоборот, если космический объект в процессе своей эволюции увеличивается в размерах или даже «сбрасывает» части, уносящие с собой момент импульса, скорость его вращения уменьшается. Так, например, Солнце, отдавшее существенную часть своего момента импульса планетам и другим телам Солнечной

системы, вращается с периодом десятки дней (период вращения поверхности Солнца на экваторе около 25 дней, у полюсов — примерно 33 дня).

Невращающаяся чёрная дыра — это упрощённая математическая модель, позволяющая упростить расчёты и не рассматривать эффекты общей теории относительности, связанные с вращением. В природе невращающихся чёрных дыр скорее всего нет, поскольку нет невращающихся объектов, из которых такие чёрные дыры могли бы образоваться.

Вопрос о вращении Вселенной в целом сформулирован не достаточно полно. С одной стороны, не имея возможности наблюдать что-либо «снаружи» Вселенной, мы не можем уточнить, относительно чего именно наша Вселенная вращается или не вращается. Также можно отметить, что исходный «момент импульса», который мог бы быть у Вселенной в момент её образования, в настоящее время, после очень существенного расширения Вселенной, в основном был (бы) распределён по периферии, задавая практически нулевую скорость вращения. По крайней мере эта скорость (и связанные с ней неинерциальные эффекты, которые можно было бы наблюдать на Земле и с Земли), должны лежать далеко-далеко за пределами наших измерительных методик и возможностей. С точки зрения экспериментальный физики и астрономии сказать что-либо о возможном вращении Вселенной нельзя.

Вопрос № 7. *Представьте себя жителем будущего лунного поселения. Какие отличия от родного неба Земли Вам наверняка бросятся в глаза? Будет ли Земля на лунном небе двигаться относительно звёзд так же, как Луна на земном? Какие детали на Земной поверхности можно рассмотреть с лунной станции? Какой на Луне Зодиак? Можно ли на Луне устроить солнечные часы (гномон)? Можно ли в качестве часов использовать Землю?*

Комментарий. Нужно сказать, что в стиле конкурсе по астрономии и наукам о Земле организаторы стараются один из вопросов сделать либо шуточным, либо некорректным, либо фантастическим, в общем, занимательным.

Вот это как раз такой вопрос, поскольку лунных поселений у нас пока ещё нет. Но скорость развития человечества в этом мире такова, что никуда мы не денемся.

На Луне человечество уже побывало. Первый шаг был сделан в 1969 году Нейлом Армстронгом, который прямо сказал, что не чувствует себя отдельным героем, представителем отдельной нации, а чувствует себя представителем человечества в целом. И его шаг — это маленький шаг одного человека, огромный для всего человечества.

Итак, на Луну мы уже наступали, и хочется понять, как нам там жить.

Во-первых, на Луне нет атмосферы. Луна имеет существенно меньшую массу, чем Земля. И поэтому газообразные компоненты на ней практически не удерживаются. Молекулы воздуха или любого газа, который вообще может там быть, оказавшиеся там случайно, улетают.

У поверхности Луны нет никакой атмосферы. Это означает, что лунные поселения будут под колпаками, чтобы дышать воздухом.

Если мы захотим погулять, чтобы посмотреть небо, нам нужно одеть скафандр. Поскольку нет атмосферы, то самое первое, что вы увидите и замети-

те — это то, что голубого неба нет. Нету восходов и закатов, зори всякие, другие красивые явления в атмосфере, радуги, миражи видны не будут. Будет абсолютно чёрное небо. И на этом чёрном бархатном небе вы увидите необыкновенно яркие звёзды, которые яркие понятно почему — не поглощается излучение в атмосфере. И они к тому же не будут мерцать. Потому что вы воспринимаете непосредственно излучение самой звезды, волновой фронт которого атмосфера не искажает.

Многие школьники писали, что там будут другие созвездия. Конечно, нет. Созвездия будут все те же самые, потому что пространственное перемещение по сравнению с расстояниями до этих созвездий совершенно ничтожное. Конечно, картина звёздного неба как таковая не изменится. Изменится существенно вид Солнца. Потому что солнце не будет жёлтым за счёт атмосферы. И не красным, как мы его видим на восходе и закате. Солнце будет белым, причём всегда. И ещё один момент: у вас прямо над головой будет висеть огромная Земля, с которой мы с вами переместились. Почему огромная — понятно. Потому что у нас радиус Земли чуть больше 6300 км, а радиус Луны 1700 км. Соответственно, Земля будет занимать больший размер на лунном небе, чем Луна на небе Земли.

Также надо вспомнить, что Луна у нас повёрнута к Земле всегда одной стороной. Вот и сразу несколько замечаний. Она ведь не просто привязана к Земле. То что мы видим сейчас, сидя на Земле, только одну сторону Луны — это на самом деле такой динамический эффект совмещённых движений. Потому что Луна вращается вокруг Земли по своей орбите с периодом обращения, а её (Луны) собственное вращение вокруг своей оси точно синхронизовано с орбитальным движением. То есть эти два вращения синхронизованы — происходят с одним и тем же периодом, за счёт этого Луна всегда повёрнута к нам одной своей стороной.

Эта синхронизация произошла достаточно давно, по-видимому, где-то полмиллиарда лет назад, из-за гравитационных эффектов на Земле и Луне. То есть приливное воздействие Земли остановило вращение Луны относительно Земли. Но совсем она не остановилась. Она качается около определённого положения. «Качания» Луны называются либрациями. Они происходят из-за неправильной орбиты, отчасти из-за собственных физических колебаний как физического тела. Луна перемещается по небу, как бы переминаясь с ноги на ногу. Либрации Луны составляют несколько градусов. А, следовательно, вы, как житель Луны, при взгляде на Землю будете видеть, что Земля находится не жёстко в одном месте неба, а совершает такие колебательные движения размером примерно 10 градусов около некоторого положения (но из-за того, что Луна повёрнута к Земле одной стороной, вот это положение на небе Луны будет фиксированным).

Если вы живёте, например, в центре видимой области Луны, то Земля будет висеть у вас над головой, в вашем лунном зените, и там будет находиться всегда. Если вы будете жить на краю видимой области Луны, то земля будет висеть у вас над горизонтом. Если вы будете жить в Море Москвы (Море Москвы находится на обратной стороне Луны), вы Землю вообще не увидите, потому что обратной стороной Луна к Земле никогда не поворачивается. Причём, к сожалению, «никогда» — в достаточно широком смысле этого слова, потому что соб-

ственное вращение Луны у нас остановилось примерно полмиллиарда лет назад. И нет физических причин, чтобы оно возобновилось когда-нибудь в будущем. Луна постоянно отдаляется от Земли — расстояние постепенно, потихоньку увеличивается, но обратная сторона теперь всегда будет обратной стороной Луны. Чуть попозже (но «чуть попозже» — это опять таки миллиарда через два лет) Земля тоже затормозит своё собственное вращение вокруг своей оси, и она уже тоже будет смотреть на Луну всегда одной стороной. Будет там Африка, Южная Америка (или что там на Земле через 2 миллиарда лет) — пока неизвестно. Образуется такая система двух смотрящих друг на друга небесных тел, с существенно большим расстоянием между ними, чем сейчас.

Звёзды на лунном небе будут поворачиваются за счёт вращения Луны вокруг Земли, будут двигаться по лунному небу «сзади» Земли. А какой период звёздного вращения на Луне? Очевидно, это период вращения Луны, то есть 29 дней. Это существенно более медленное вращение, чем вращение звёздного неба на Земле с периодом сутки (24 часа). То есть если вы сегодня вышли посмотреть на звёзды, то у вас взошло одно созвездие, завтра вы вышли посмотреть на звёзды — у вас взошло следующее созвездие, а предыдущую ночь. И за неделю у вас лунное небо полностью «перевернулось».

А что можно рассмотреть на Земле, глядя с Луны? Вообще говоря, всё зависит от возможностей техники. Если вы возьмёте хороший мощный телескоп, то вы можете вообще рассмотреть всё что угодно. Причём действительно почти всё что угодно. Давайте сначала выясним, что мы увидим невооружённым глазом. Мы увидим диск, который в четыре раза больше лунного. На нём будут прекрасно видны все материки и океаны (по цвету). Крупные горные системы, которые видны на суше, или мощные атмосферные образования типа больших тропических циклонов. Географические объекты. На ночной стороне скорее всего будут видны крупные агломераты городов. Скажем, какая-нибудь густонаселённая Европа или Северная Америка.

А если смотреть в телескоп с достаточным увеличением, то, вообще говоря, рассмотреть можно практически всё. Это связано с очень интересным эффектом. Дело в том, что если мы сидим здесь, на Земле, внизу атмосферного океана, и смотрим вверх, на то излучение, которое приходит на нас, искажается атмосферой, существующими в ней турбулентными воздушными потоками. К наблюдателю попадает как бы несколько сливающихся и искажающих друг друга похожих изображений одного и того же объекта (они создаются лучами света, пришедшими от одного и того же объекта, но прошедшими до наблюдателя через атмосферу Земли разными оптическими путями). А вот если мы смотрим со спутника на земную поверхность, то эти эффекты существенно меньше («лишние изображения», то есть паразитные волновые фронты от наблюдаемого объекта, возникшие в земной атмосфере, имеют немного отличающееся от основного направление, и поэтому проходят мимо наблюдателя, находящегося в космосе или на Луне, не мешая наблюдению). Поэтому чёткость получаемых изображений с орбиты определяется в основном оптическим разрешением техники, с помощью которой проводятся наблюдения. С околоземной орбиты различаются номера автомобилей, показания наручных часов и т. п.

Фактически нет такого приспособления, которое позволило бы вести наблюдения с такой точностью с Луны: До Луны слишком далеко — около 400 тыс. км. Скорее всего, номера машин и часы мы с такого расстояния не увидим. Но тем не менее очень и очень многие детали вы при соответствующем оптическом вооружении можете рассмотреть.

Какой на Луне Зодиак? Можно ли на Луне устроить солнечные часы (гномон)? Вообще зодиаком называется пояс созвездий (которые называются зодиакальными) на небе, через который проходит видимый путь Солнца. На Земле Солнце раз в год (Земля вращается вокруг Солнца) проходит полный круг по звёздному небу, каждый месяц проходит по соответствующему созвездию Зодиака. И вот этот путь назвали «Зодиак», то есть путь Солнца по небу.

Если мы перемещаемся на Луну, то ведь Луна вокруг Земли, и, соответственно, вместе с Землёй вращается вокруг Солнца. Поэтому видимое положение Солнца с Луны будет точно такое же, как и с Земли. Поэтому видимое годовое движение Солнца по звёздному небу будет таким же (Будут только маленькие поправки: расстояние между Луной и Землёй 400 тыс. км, а расстояние от Земли до Солнца 150 миллионов километров — это будет очень незначительная угловая поправка.) А так в принципе видимый путь Солнца — Зодиак — на Луне будет тот же самый.

Наклон оси вращения Луны относительно плоскости орбиты Луны (относительно эклиптики) составляет около 5 градусов. Поэтому на Луне практически нет сезонов. Там нет летнего высокого Солнца и зимнего низкого Солнца. Там есть некий примерно постоянный путь Солнца по небу каждый лунный день (который равен по продолжительности земному месяцу).

Можно ли построить солнечные часы? Конечно, можно! Допустим, вы живёте на лунном экваторе, и вы поставили гномон... Это значит, что Солнце у вас взойдёт с одной стороны горизонта, поднимется наверх и опустится с другой. Точно также, как на экваторе Земли. С той лишь разницей, что световой день будет длится две недели. Если вы живёте ближе к полюсу Луны, и поставили опять-таки солнечные часы, то видимое вращение Солнца вокруг Луны вам даст самые обычные солнечные часы, которые будут делать один оборот не за сутки, а за месяц.

Использовать Землю в качестве часов тоже в принципе можно. Потому что взглянув на Землю вы видите, что она вращается. Суточное вращение Земли 24 часа. Но с маленькой поправкой. Потому что пока Земля поворачивается вокруг своей оси — Луна тоже вращается. Посмотрев на Землю мы увидим, например, Африку. Вы можете подождать, пока Земля повернётся к Луне Африкой следующий раз. Это полный земной оборот. Но это не 24 часа — тут нужно ещё учесть поправку на разницу орбитального движения Луны.

Критерии проверки и награждения

Было предложено 7 заданий. Каждое задание оценивалось в баллах.

Задания (с 1 по 7 соответственно) засчитывались, если за них было получено соответственно не менее 4, 3, 4, 5, 4, 4, 4 баллов.

Оценка **v** (грамота за успешное выступление в конкурсе по астрономии и наукам о Земле) ставилась школьникам 6 класса и младше за одно засчитанное задание, школьникам 8–9 классов за два задания, школьникам 10–11 классов — за три задания, а также школьникам с 5 (и младше) по 11 класс за, соответственно, 10, 11, 12, 14, 16, 18, 19 баллов в сумме по всем заданиям.

Оценка **e** (балл многоборья) ставилась школьникам, не получившим грамоту по астрономии, за одно засчитанное задание в 9 классе и младше за одно засчитанное задание, школьникам 10–11 классов за 2 засчитанных задания, а также школьникам с 5 (и младше) по 11 класс за, соответственно, 5, 6, 6, 7, 8, 9, 10 баллов в сумме по всем заданиям.

5
Kr.

2004

XXVII ТУРНИР им. М. В. ЛОМОНОСОВА

26 сентября 2004 г.

ОТЧЕТ

Ломоносовский турнир — традиционный ежегодный турнир по разным предметам для всех желающих школьников. Традиционно он проводится в последнее воскресенье перед первой субботой октября. XXVII турнир состоялся 26 сентября 2004 года. Следующий, XXVIII Турнир им. Ломоносова планируется провести **в воскресенье 25 сентября 2005 года**.

С самого начала (в 1978 году) турнир был задуман непохожим на соревнование или олимпиаду. Здесь жюри не определяет самых лучших участников. Грамотами «за успешное выступление на конкурсе по. . . (предмету)» награждаются все школьники, написавшие хорошие работы. Такие работы традиционно отмечаются латинской буквой «v». Когда-то это было «внутренним» обозначением жюри. Но оно оказалось очень удачным и стало общеупотребительным. Например, на почтовой открытке (а почти всем участникам посылаются открытки с результатами по каждому заданию каждого конкурса, в котором участник участвовал) удобнее поставить одну букву «v», чем печатать полностью «грамота за успешное выступление» — места на открытке мало, а предметов может быть много, иногда все девять: математические игры (для 8 класса и младше), математика, физика, химия, история, биология, лингвистика, астрономия и науки о Земле, литература.

Весь турнир обычно длится 5 часов. Сколько предметов выбрать, сколько времени потратить на каждый из них и в какой последовательности — каждый участник решает сам (конкурсы проходят в разных аудиториях и всегда можно перейти из одной аудитории в другую).

Ещё одна традиция турнира — буква «e». Она ставится вместо «v» за «промежуточные» результаты по предметам, когда в работе достигнуты определённые успехи, но грамоту за это участник не получил. Если у одного участника окажется две (или больше) букв «e» — его работа на разных конкурсах будет отмечена грамотой «за успешное выступление по многоборью». Но ещё раз отметим,

что на турнире главное — не борьба, а то, что участники турнира узнают и чему научатся на само́м турнире (решая предложенные задания самостоятельно или прочитав эту книжку), на кружках и в школах, куда их пригласят (всем школьникам, пришедшим на турнир в Москве, выдаётся листок с расписанием олимпиад и кружков на учебный год).

Задания конкурса по **математике** традиционно не очень сложные. Но даже простые ответы могут оказаться очень интересными. Так, оказывается часть точек плоскости можно легко покрасить так, чтобы на любой окружности радиуса 1 см оказалось ровно 4 покрашенные точки (задача № 2 для 6–8 классов).

Задачи конкурса **математические игры** — с первого взгляда могут показаться даже немножко посложнее, чем по «настоящей» математике. Что касается последнего задания (№ 5) — то так оно и есть. Остальные же задачи многим школьникам покажутся скорее необычными и непривычными, потому как этот раздел математики почти не изучается в школе и достаточно редко затрагивается на олимпиадах. В качестве «компенсации» у многих участников турнира (там, где конкурс по математическим играм проводился устно) была возможность «поиграть» с организаторами, получше во всём разобраться и тут же с помощью полученных знаний (это — основная цель конкурса) взяться за решение предложенных заданий. Теперь же, после турнира, все желающие получше «математически» разобраться в том, что такое математические игры, могут внимательно прочитать комментарии (которые организаторы написали специально для этого) к каждой задаче конкурса.

Из материалов конкурса по **физике** вы также узнаете много интересного: в какой вагон метро нужно садиться, чтобы за время поездки можно было подольше поговорить по мобильному телефону; что и как перевёрнуто в перевёрнутом изображении, построенном линзой; как сделать безопасные **грабли**, чтобы на них можно наступать после этого остаться невредимым (некоторые конструкции граблей, в полном соответствии с формулировкой задачи, оказались достаточно забавными); почему не тонут водоросли. Оказывается, что с обычной (на первый взгляд[1]) искрой от точильного круга происходит очень много интересного, а для того, чтобы в этом разобраться, достаточно только «школьных» знаний. А при сгорании водорода, несмотря на название этого газа, может получиться не только вода! Из задачи № 9 вы узнаете много интересного про струи воды. А если немного подумаете, то сможете понять, почему струи воды вообще образуются (а не разлетаются сразу на брызги). И где и почему струя всё же начинает распадаться на отдельные капли. Наконец (задача № 10), вы узнаете ещё одну конструкцию вечного двигателя и его «разоблачение».

Из заданий (и ответов) конкурса по **биологии** вы узнаете: почему лягушка не пьёт воду, почему у разных растений такие разные листья, почему кактус похож на ежа, почему растениям проще «переселяться» с юга на север и труднее — наоборот.

Из первого задания конкурса по **лингвистике** вы узнаете оригинальный способ образования числительных в селькýпском языке. Сейчас на этом языке говорят около 2000 человек на северо-востоке Западной Сибири. А участников

[1]Смотреть только в защитных очках!

турнира было в 5 раз больше! (И даже участников конкурса по лингвистике только в Москве было 2852 человека.) Из других задач вы узнаете о некоторых «олимпиадных» фактах языка американских индейцев ханис, коми-зырянского, чешского и, конечно, русского языков.

Задания конкурса по **истории** традиционно охватывают самые разные события, эпохи, географические регионы и методы работы историков. Авторы по традиции составили достаточно подробный обзор материалов исторического конкурса, который опубликован параллельно с решениями на страницах исторического конкурса.

Отдельно хотелось бы остановиться на заданиях конкурсов по литературе и астрономии. На интересные вопросы по этим предметам никогда не бывает правильных однозначных ответов (на неинтересные вопросы, например «Кто автор такого-то произведения?», такой ответ вполне может быть). К сожалению, в таких случаях часто появляются «стандартные» «правильные» ответы, которые зачастую «старше» нескольких поколений школьников, и первоначальный смысл которых нынешние школьники представляют себе далеко не полностью (или вообще никак не представляют). Понятно, что эта деятельность не имеет почти никакого отношения ни к литературе, ни к астрономии, ни к другим предметам. Возникает вопрос: «А что же в этом случае предложить школьникам в качестве правильного ответа?»

На этом турнире организаторы конкурса по **литературе** с этой целью проанализировали все правильные ответы школьников и опубликовали наиболее удачные из них, снабдив комментариями и разъяснениями. Многие работы школьников оказались очень интересными, удачными и содержательными. Надеемся, что вам будет интересно в них разобраться (в необходимых случаях — с помощью комментариев и разъяснений жюри). Очень интересными оказались стихотворения, придуманные школьниками в соответствии с условиями первого задания, которые также включены в текст.

Организаторы конкурса по **астрономии и наукам о Земле** поступили иначе и составили очень подробные ответы, разъясняющие почти все известные жюри нюансы каждого задания. Предложенные вашему вниманию тексты представляют собой попытку охватить все возможные (выявленные в результате проверки работ) астрономические интересы участников турнира, уточнить детали, с которыми во многих работах была путаница (в том числе и специально для школьников-авторов этих работ), развеять распространённые заблуждения. В результате тексты получились очень объёмными (и в значительной степени носят справочный характер). Разумеется, на самом турнире ничего подобного от школьников не требовалось! И не беда, если не все ответы окажутся вам понятными или на что-то вообще не хватит терпения. Но мы надеемся, что в результате на некоторые интересные вам вопросы вы найдёте ответы. Появятся новые вопросы, и т. д. Ведь именно таким образом наука астрономия существовала и развивалась много столетий.

В этом году турнир собрал рекордное количество участников. Все 28325 работ[1] были проверены в Москве московским жюри турнира. А организаторы

[1]Если считать, что каждая работа весит примерно 10 грамм, то в сумме получается больше

турнира в Харькове (ФМЛ № 27) проверили работы и подвели итоги турнира на месте (в нижеприведенную таблицу эта информация не включена).

город	количество участников	количество работ	количество награждённых
Москва и окрестности	6299	19743	2796
Оренбург	2111	4175	432
Самара	1698	3466	451
Санкт-Петербург	147	515	85
Волгодонск	103	214	23
Курск	73	93	16
Иваново	26	104	16
Переславль-Залесский	15	15	1
ИТОГО	10472	28325	3820

Очевидно, что любой содержательный статистический отчёт по такому большому количеству данных займёт в этой книжке неразумно много места и, скорее всего, окажется неинтересным большинству читателей. Поэтому оргкомитет принял решение вместо этого опубликовать здесь только самые интересные, на свой взгляд, данные.

Вся остальная статистика доступна на веб-странице Турнира по адресу http://www.mccme.ru/olympiads/turlom. В частности, там опубликованы полные таблицы результатов участников, по которым все желающие могут рассчитать любые интересующие их статистические данные.

Открытая публикация полных результатов — одна из традиций турнира. Именно на этом этапе выясняется и исправляется большое количество недоразумений и ошибок. Разумеется, какие-то погрешности всегда остаются, поэтому приведённые цифры нельзя считать абсолютно точными. К сожалению, в статистику не включены результаты конкурса по химии в московском лицее № 1580 (этот конкурс не состоялся по техническим и организационным причинам), а также результаты математических игр в Московском авиационном институте (эти работы, к сожалению, были утеряны). Пользуясь случаем, оргкомитет приносит извинения всем участникам, так или иначе пострадавшим в результате недостатков в нашей работе.

Ниже приводится таблица результатов участников турнира 2004 года, получивших грамоты за успешное выступление по трём предметам и более (включая многоборье). К сожалению, опубликовать результаты всех участников, награжденных грамотами за успешное выступление, не представляется возможным из-за огромного объема информации. Но полную таблицу результатов можно посмотреть в интернете по адресу http://www.mccme.ru/olympiads/turlom/2004.

Названия предметов:

280 кг работ.

МА — математика, МИ — математические игры,
ФИ — физика, ХИ — химия,
БИ — биология, АС — астрономия и науки о Земле,
ЛИ — лингвистика, ИС — история,
ЛТ — литература, МН — многоборье,
ИЗ — изобретательство.

Фамилия, Имя	Кл.	Школа №	Город	Грамоты				
5 класс								
Диков Андрей	5	шк. 498	Москва	ФИ	ИС	МН		
6 класс								
Абдуллаев Эльдар	6	шк. ИНТ	Москва	МИ	ФИ	БИ	АС	МН
Визгина Полина	6	шк. 1567	Москва	МА	АС	ЛТ		
Волков Андрей	6	шк. ИНТ	Москва	ФИ	АС	ИС		
Галеев Камиль	6	шк. ИНТ	Москва	БИ	АС	ИС		
Дудина Марина	6	шк. ИНТ	Москва	МА	АС	ЛИ		
Кекк Анастасия	6	лиц. 4	Оренбург	ФИ	БИ	МН		
Коваленко Дарья	6	лиц. 4	Оренбург	ФИ	БИ	АС		
Кострикина Александра	6	шк. 1543	Москва	БИ	АС	ЛИ		
Кузьмин Алексей	6	шк. 1237	Москва	МА	МИ	АС		
Купраш Анна	6	шк. 1567	Москва	МА	АС	ЛИ		
Лещик Томас	6	шк. 371	СПб	МА	ФИ	МН		
Полднев Антон	6	шк. 933	Москва	МА	АС	ЛИ		
Соловьёва Марина	6	шк. 1567	Москва	МА	БИ	АС		
Шишко Алиса	6	шк. 3	Троицк	ФИ	АС	МН		
7 класс								
Арзамасов Александр	7	шк. 192	Москва	МА	ФИ	АС	МН	
Аристова Анастасия	7	шк. 57	Москва	МА	БИ	АС		
Байковская Вера	7	шк. 1199	Москва	МА	БИ	АС	ЛИ	
Баринов Андрей	7	шк. 51	Рязань	ФИ	АС	ИС		
Беляев Григорий	7	шк. 152	Москва	МА	МИ	АС		
Богатый Антон	7	шк. ИНТ	Москва	МА	ФИ	АС		
Бойко Анна	7	шк. 1528	Москва	ФИ	БИ	АС		
Бровченко Вячеслав	7	шк. 2	Москва	МА	ФИ	ЛИ		
Буланкина Вера	7	шк. 25	Владимир	МА	МИ	ЛТ		
Васильев Андрей	7	шк. 853	Москва	МА	АС	МН		
Вербицкий Николай	7	шк. 444	Москва	МА	ФИ	АС		
Верёвкин Яков	7	шк. 1134	Москва	МА	ФИ	АС		
Гладкий Глеб	7	шк. 1199	Москва	МА	ФИ	АС		
Горбушина Ольга	7	шк. 654	Москва	ФИ	БИ	АС		
Григорьева Елена	7	шк. 3	Саров	МА	МИ	ФИ		
Громова Светлана	7	шк. 1201	Москва	ФИ	БИ	АС		
Даниленко Иван	7	шк. 57	Москва	МА	ФИ	БИ		
Дворкович Антон	7	шк. 444	Москва	ФИ	БИ	АС		
Девадзе Марина	7	шк. 565	Москва	ФИ	БИ	АС		
Дорохов Игорь	7	шк. 5	Троицк	ФИ	БИ	АС		
Дуплинский Александр	7	шк. 444	Москва	МА	ФИ	АС		
Дурьев Эдуард	7	шк. 19	Королёв	МА	ФИ	БИ		
Евтихиев Михаил	7	гим. 610	СПб	МА	ФИ	АС		
Есипов Евгений	7	шк. 2	Раменское	МА	ФИ	АС		
Жанайдаров Даулет	7	шк. ИНТ	Москва	БИ	АС	ИС		
Захаров Сергей	7	шк. 640	Москва	МА	ФИ	АС		
Золотарева Ольга	7	шк. 1189	Москва	МА	ФИ	БИ	АС	
Зотов Пётр	7	шк. 192	Москва	МА	ФИ	ХИ	БИ	АС

Фамилия, Имя	Кл.	Школа №	Город	Грамоты			
Иванов Дима	7	шк. 548	Москва	МА	ФИ	АС	
Киселёв Глеб	7	шк. 444	Москва	МА	ФИ	АС	
Кузнецов Данил	7	шк. 1526	Москва	МА	ФИ	АС	
Кузьмин Арсентий	7	шк. Олимп+	Москва	МА	МИ	ФИ	
Курганова Инна	7	лиц. 135	Самара	МА	ФИ	АС	
Левченко Михаил	7	шк. 2	Раменское	МА	ФИ	МН	
Логачёв Фёдор	7	лиц. 30	СПб	МА	ФИ	АС	
Лухманов Федор	7	шк. 1199	Москва	МА	АС	МН	
Манашеров Тенгиз	7	шк. 1299	Москва	МИ	ФИ	АС	
Мареев Сергей	7	шк. 548	Москва	МА	ФИ	АС	
Марносова Анастасия	7	шк. 1806	Москва	МА	ФИ	МН	
Масальцева Екатерина	7	шк. 1201	Москва	МА	ФИ	АС	
Минаева Полина	7	шк. 1201	Москва	МА	ФИ	АС	
Монин Леонид	7	шк. 1189	Москва	МА	ФИ	АС	
Мосин Михаил	7	шк. 1554	Москва	МА	ФИ	АС	
Московский Антон	7	шк. 152	Москва	МА	ФИ	МН	
Никитков Никита	7	шк. 444	Москва	МА	ФИ	АС	
Осипова Ольга	7	шк. 63	Самара	МА	ФИ	АС	
Панасенко Арам	7	шк. 26	Москва	МА	ФИ	МН	
Плотников Михаил	7	шк. 345	Москва	МА	ФИ	БИ	
Покусаева Яна	7	шк. 1514	Москва	МА	ФИ	АС	
Полевая Татьяна	7	шк. 371	СПб	МА	БИ	АС	ЛИ
Рассушин Владимир	7	шк. 444	Москва	МА	ФИ	АС	
Ратникова Анастасия	7	шк. 654	Москва	МА	АС	МН	
Родкин Дмитрий	7	шк. 444	Москва	МА	АС	ИС	
Сажина Юлия	7	гим. 44	Иваново	МА	БИ	АС	ИС
Сенько Ростислав	7	шк. 192	Москва	МА	ФИ	ХИ	БИ
Синицин Филипп	7	шк. 1189	Москва	МА	ФИ	БИ	
Скоморохов Антон	7	шк. 1189	Москва	МА	ФИ	БИ	АС
Теплякова Евгения	7	шк. 135	Самара	МА	ФИ	БИ	
Тимошенко Семён	7	гим. 5	Оренбург	ФИ	БИ	АС	
Федина Ксения	7	шк. 465	Москва	МА	БИ	АС	
Филиппов Ефим	7	шк. 6	Троицк	МА	ФИ	АС	
Филиппова Александра	7	гим. 610	СПб	ФИ	АС	МН	
Шатохин Алексей	7	шк. 13	Королёв	ФИ	АС	МН	
Шитова Мария	7	шк. 1189	Москва	МА	ФИ	БИ	АС
Шуваев Сергей	7	шк. 1189	Москва	МА	ФИ	БИ	АС
Щеглова Маргарита	7	шк. 1189	Москва	МА	ФИ	БИ	АС
Юрченко Вероника	7	шк. 6	Дубна	БИ	АС	ИС	
8 класс							
Андреев Михаил	8	шк. 2	Москва	МА	МИ	ФИ	ИС
Андреева Людмила	8	шк. 1553	Москва	ФИ	БИ	АС	
Асеева Алина	8	шк. ИНТ	Москва	ИЗ	ФИ	БИ	
Бажанов Артём	8	шк. 1528	Москва	ФИ	БИ	АС	
Бахшян Наре	8	шк. 1506	Москва	ФИ	БИ	АС	
Белова Екатерина	8	гим. ГСГ	Москва	ИЗ	ФИ	АС	
Блинков Никита	8	шк. ИНТ	Москва	ФИ	БИ	АС	ИС
Бондарев Денис	8	лиц. 4	Королёв	ФИ	БИ	МН	
Боровкова Дарья	8	шк. 371	СПб	ЛИ	ИС	МН	
Васильев Марат	8	шк. 1	Протвино	ФИ	АС	МН	
Венкова Лариса	8	шк. 199	Москва	ФИ	АС	ИС	
Власенко Дмитрий	8	шк. ИНТ	Москва	МА	ИЗ	ХИ	
Власюк Мария	8	шк. 7	Фрязино	МА	АС	ЛИ	
Волхонская Наталия	8	шк. 630	Москва	ФИ	АС	ИС	

Фамилия, Имя	Кл.	Школа №	Город	Грамоты				
Головлёв Александр	8	шк. ИНТ	Москва	ФИ	АС	ИС	ЛТ	
Гудков Георгий	8	шк. 1804	Москва	МА	ИЗ	ФИ		
Деев Андрей	8	шк. 1304	Москва	МА	ФИ	МН		
Добрынина Анастасия	8	шк. 1	Протвино	МА	АС	МН		
Дудкин Игорь	8	шк. ИНТ	Москва	ФИ	БИ	АС		
Евсеев Василий	8	шк. 463	Москва	МА	ИЗ	ФИ	АС	
Ерин Антон	8	шк. 179	Москва	МА	ИЗ	БИ		
Ефимов Александр	8	шк. 7	Фрязино	МА	ФИ	АС		
Ефимова Алёна	8	гим. –	Раменское	АС	ЛИ	МН		
Ефремова Марина	8	шк. 179	Москва	МА	ИЗ	АС		
Заболотский Андрей	8	шк. 1189	Москва	МА	МИ	ФИ	ЛИ	
Ишанкулов Тимур	8	шк. 2	Москва	МА	ФИ	ИС		
Казарин Пётр	8	шк. 1	Раменское	МА	АС	МН		
Клюев Антон	8	шк. 444	Москва	МА	ФИ	МН		
Кононов Александр	8	шк. 5	Москва	ФИ	АС	МН		
Королев Владимир	8	шк. 2	Москва	ФИ	БИ	АС		
Куранова Анна	8	шк. 1	Протвино	МА	БИ	АС		
Кускова Екатерина	8	шк. 1508	Москва	ФИ	АС	МН		
Манита Оксана	8	шк. 1543	Москва	МА	БИ	ИС		
Мерцалов Григорий	8	шк. ИНТ	Москва	МА	ФИ	БИ		
Ненашева Екатерина	8	шк. 5	Москва	ФИ	БИ	АС		
Одинцов Иван	8	шк. 1189	Москва	МА	ИЗ	ФИ	АС	
Оноприенко Владимир	8	шк. 2	Раменское	ФИ	АС	МН		
Островский Дмитрий	8	шк. СМУН	Самара	ФИ	БИ	АС		
Панов Алексей	8	шк. 1	Протвино	ФИ	АС	ИС		
Пахилько Владимир	8	гим. 1	Оренбург	ФИ	БИ	АС		
Пахомова Варвара	8	шк. 1189	Москва	МА	ФИ	БИ	АС	ИС
Плескачёв Юрий	8	шк. 4	Королёв	МА	ФИ	МН		
Побуринная Оксана	8	шк. 2	Саров	МА	ФИ	АС		
Погорелый Михаил	8	шк. ИНТ	Москва	ФИ	БИ	АС		
Полищук Паша	8	шк. 1537	Москва	МА	ФИ	АС		
Поляков Иван	8	шк. 237	Москва	ФИ	БИ	МН		
Попова Евгения	8	шк. 1148	Москва	ФИ	БИ	МН		
Разуваев Максим	8	шк. 1537	Москва	МА	ФИ	МН		
Раменская Полина	8	шк. 1506	Москва	МА	ФИ	МН		
Редькин Олег	8	шк. 1173	Москва	ФИ	БИ	АС		
Романько Денис	8	шк. 179	Москва	ИЗ	ФИ	БИ		
Рудик Дмитрий	8	шк. 1543	Москва	МА	ФИ	АС		
Рудой Георгий	8	шк. 2	Москва	МА	ФИ	БИ		
Русланцев Андрей	8	шк. 3	Троицк	ФИ	БИ	АС		
Рысаков Святослав	8	шк. ИНТ	Москва	МА	ФИ	АС		
Сальникова Мария	8	шк. 54	Самара	ФИ	БИ	АС	ИС	
Смирнова Дарья	8	шк. 1199	Москва	МА	АС	МН		
Станкевич Иван	8	шк. 2005	Москва	ФИ	АС	ИС		
Сундуков Дмитрий	8	шк. 54	Москва	МА	ФИ	АС		
Терентьева Надежда	8	шк. 27	Самара	ФИ	ХИ	АС		
Ханова Регина	8	шк. 654	Москва	ФИ	АС	МН		
Шавва Константин	8	шк. 1543	Москва	МА	ФИ	АС		
Шитиков Артём	8	шк. 1537	Москва	МА	ФИ	АС	МН	
9 класс								
Айдаева Дина	9	шк. 654	Москва	БИ	АС	ИС		
Блискавка Дарья	9	шк. 1134	Москва	ФИ	АС	МН		
Бобе Анатолий	9	шк. 1944	Москва	ФИ	АС	МН		
Болосов Илья	9	шк. 218	Москва	ФИ	БИ	АС	МН	

Фамилия, Имя	Кл.	Школа №	Город	Грамоты			
Бородинов Николай	9	шк. ИНТ	Москва	МА	ФИ	БИ	
Бушуева Елена	9	шк. 654	Москва	ФИ	БИ	МН	
Власова Мария	9	шк. 444	Москва	МА	ХИ	БИ	
Волков Павел	9	шк. ИНТ	Москва	ФИ	АС	ИС	
Волков Фёдор	9	шк. 1543	Москва	МИ	АС	МН	
Воронин Иван	9	шк. 1543	Москва	МА	АС	МН	
Гнеушев Кирилл	9	шк. 1189	Москва	ФИ	ХИ	ИС	
Гусев Михаил	9	шк. 1518	Москва	ФИ	ЛИ	ИС	
Джабер Милана	9	шк. 1189	Москва	ХИ	АС	ИС	
Долинский Александр	9	шк. 1907	Москва	ФИ	АС	МН	
Зеленин Егор	9	шк. 1	Красногорск	ИЗ	ФИ	ХИ	
Иванюженко Антон	9	шк. 1189	Москва	ФИ	АС	МН	
Калайджян Арам	9	шк. 1501	Москва	ФИ	ХИ	АС	
Кафтан Дарья	9	шк. 548	Москва	МА	ФИ	БИ	
Китаев Алексей	9	шк. 1544	Москва	ИЗ	БИ	АС	
Кондрашёв Александр	9	шк. ИНТ	Москва	ФИ	АС	ИС	
Коробко Михаил	9	шк. 199	Москва	МА	ФИ	БИ	АС
Котов Андрей	9	шк. 57	Москва	МА	ФИ	ХИ	АС
Крикунов Андрей	9	шк. 1543	Москва	МИ	БИ	АС	
Крылов Евгений	9	шк. 444	Москва	ФИ	ХИ	АС	
Кулемин Николай	9	шк. 463	Москва	ИЗ	ФИ	ИС	МН
Кульбацкий Дмитрий	9	шк. 8	Электросталь	ФИ	БИ	АС	
Малышев Николай	9	шк. 2	Москва	МА	АС	МН	
Маркеева Анастасия	9	шк. 91	Москва	ХИ	АС	МН	
Мелешко Марина	9	шк. 1189	Москва	ФИ	БИ	АС	
Меркулов Максим	9	шк. 57	Москва	ФИ	БИ	АС	МН
Миронов Сергей	9	шк. 1514	Москва	МА	ФИ	ХИ	
Митасов Александр	9	лиц. –	Лобня	ФИ	АС	ИС	
Немченко Александра	9	шк. 1514	Москва	ФИ	БИ	АС	МН
Павлов Николай	9	шк. 1189	Москва	ФИ	АС	МН	
Панов Алексей	9	шк. 1557	Москва	МИ	ФИ	ХИ	
Пеков Юрий	9	шк. 1199	Москва	ФИ	БИ	АС	
Прокопенко Михаил	9	шк. 1907	Москва	ФИ	АС	МН	
Реброва Елизавета	9	шк. 57	Москва	БИ	АС	ЛИ	
Рытенков Николай	9	шк. 463	Москва	МА	ФИ	БИ	
Савин Дмитрий	9	шк. 57	Москва	МА	ФИ	АС	
Селегей Даниил	9	шк. 1543	Москва	МА	ФИ	АС	
Солодовников Михаил	9	шк. 4	Красногорск	ИЗ	АС	МН	
Терентьева Юлия	9	шк. 1554	Москва	БИ	АС	ЛИ	МН
Федотов Денис	9	шк. 5	Москва	ФИ	БИ	АС	
Филиппов Дмитрий	9	шк. 444	Москва	ФИ	ХИ	АС	
Хабарова Екатерина	9	шк. 1	Фрязино	ФИ	БИ	АС	
Хапаева Варя	9	шк. 1514	Москва	ФИ	БИ	АС	
Щербина Антон	9	шк. 6	Дубна	ФИ	ХИ	БИ	
10 класс							
Бараненко Александр	10	шк. 152	Москва	ИЗ	БИ	АС	
Бондарь Михаил	10	шк. 1557	Москва	ХИ	БИ	АС	
Влахов Андриан	10	шк. 371	СПб	АС	ЛИ	ИС	
Гайдук Роман	10	шк. 2	Москва	МА	ФИ	ХИ	
Гармаш Екатерина	10	шк. 77	Оренбург	ФИ	АС	МН	
Громан Кристина	10	шк. 5	Москва	ХИ	БИ	ИС	
Добрынин Данила	10	шк. 853	Москва	ФИ	ХИ	АС	
Ерпылев Иван	10	гим. 5	Оренбург	АС	ИС	МН	
Жигулина Алёна	10	шк. 463	Москва	ФИ	АС	МН	

Фамилия, Имя	Кл.	Школа №	Город	Грамоты					
Иванова Анастасия	10	гим. 1	Оренбург	ФИ	ХИ	МН			
Киселев Александр	10	шк. 1189	Москва	МА	ФИ	ХИ	БИ	АС	ИС
Кузьмин Егор	10	шк. 13	Электросталь	МА	ФИ	АС			
Лисов Денис	10	шк. 1525	Москва	МА	ХИ	АС			
Лупанов Антон	10	СУНЦ МГУ	Москва	МА	МИ	АС			
Мартыненко Дмитрий	10	шк. 54	Москва	МА	ФИ	ХИ			
Матюшин Дмитрий	10	шк. 57	Москва	ХИ	БИ	АС			
Медянкин Никита	10	шк. 1514	Москва	МА	АС	ЛИ	ИС		
Мологорский Алан	10	шк. 152	Москва	МА	ИЗ	ХИ			
Паршукова Юлия	10	шк. 1514	Москва	БИ	АС	ИС			
Пименова Анастасия	10	шк. 5	Троицк	БИ	АС	МН			
Пиперски Александр	10	шк. 125	Москва	МА	АС	ЛИ	ИС	ЛТ	МН
Прокофьева Вероника	10	шк. 1537	Москва	МА	ФИ	АС			
Простов Михаил	10	шк. 179	Москва	ИЗ	ХИ	АС			
Прохоров Андрей	10	лиц. СМАЛ	Самара	МА	ФИ	АС			
Романова Анастасия	10	гим. 610	СПб	БИ	ИС	МН			
Сатунин Пётр	10	шк. 79	Москва	МА	ФИ	ИС			
Смирнов Андрей	10	шк. 1553	Москва	ИЗ	АС	МН			
Трёкин Алексей	10	шк. 463	Москва	ФИ	БИ	МН			
Труханов Никита	10	гим. 1	Оренбург	ФИ	АС	МН			
Хасанова Гульнара	10	шк. 1189	Москва	ФИ	АС	МН			
11 класс									
Берсенёва Ольга	11	гим. –	Раменское	БИ	АС	ИС			
Григорьев Кирилл	11	гим. 610	СПб	ХИ	АС	ЛИ			
Кашкин Егор	11	шк. 745	Москва	ХИ	АС	ЛТ	МН		
Кривов Максим	11	лиц. СМТЛ	Самара	МА	ФИ	АС			
Крюков Сергей	11	шк. 67	Иваново	ИЗ	АС	ИС			
Курдюк Виталий	11	шк. 1537	Москва	БИ	АС	МН			
Манжелий Евгений	11	лиц. 4	Королёв	МА	ФИ	ХИ			
Мироненко-Маренков А.	11	шк. 1189	Москва	МА	ХИ	АС			
Низов Сергей	11	СУНЦ МГУ	Москва	МА	МИ	АС			
Новосёлов Александр	11	шк. 1413	Москва	МА	ФИ	АС			
Поройкова Александра	11	шк. 1303	Москва	МА	МИ	АС			
Прудникова Алиса	11	шк. 1326	Москва	МА	ИЗ	АС			
Русаковский Олег	11	гим. 7	Раменское	БИ	АС	ЛТ			
Семенюк Павел	11	шк. 218	Москва	МА	БИ	АС			
Ткаченко Владислав	11	шк. 22	Узловая	БИ	АС	ИС			

В таблице использованы следующие сокращения.

Учебные заведения:

ГСГ — Государственная столичная гимназия,
ИНТ — школа-интернат «Интеллектуал»,
Олимп+ — школа «Олимп-Плюс»,
СМАЛ — Самарский международный аэрокосмический лицей,
СМТЛ — Самарский медико-технический лицей,
СМУН — Самарский муниципальный университет Наяновой,
СУНЦ МГУ — Специализированный учебно-научный центр МГУ.

Населенные пункты (за исключением Москвы и областных центров; МО — Московской области):

Дубна — г. Дубна МО,
Королёв — г. Королёв МО,
Красногорск — г. Красногорск МО,
Лобня — г. Лобня МО,
Протвино — г. Протвино МО,
Раменское — г. Раменское МО,

СПб — г. Санкт-Петербург,
Саров — г. Саров Нижегородской области,
Троицк — г. Троицк МО,
Узловая — г. Узловая Тульской области,
Фрязино — г. Фрязино МО,
Электросталь — г. Электросталь МО.

В этом году в Москве (и окрестностях) было организовано 22 места проведения Ломоносовского турнира. Это московские ВУЗы (МГУ, МАИ и СТАНКИН), московские школы, гимназии, лицеи №№ 5, 91, 152, 444, 520, 853, 905, 1018, 1189, 1299, 1514, 1567, 1580, 1678, 2007, а также образовательные учреждения в городах Раменское, Троицк, Узловая, Электросталь (из которых ранее традиционно много школьников участвовали в турнире в Москве).

В Турнире им. Ломоносова в 2004 году в Москве и Московском регионе приняли участие 448 московских школ (число участников Турнира — 5098 (москвичей); есть 9 школ, в каждой из которых учатся больше 100 участников, всего из этих школ пришло 1343 участника; остальные 3755 человек пришли из остальных 439 школ) и 136 школ, расположенных в других населённых пунктах (число участников Турнира — немосквичей — 997; есть 13 школ, в каждой из которых учатся больше 28 участников, всего из этих школ пришло 543 участника; остальные 454 человека пришли из остальных 123 школ).

Разумеется, само по себе количество участников из конкретной школы непосредственно ни о чём не свидетельствует (поэтому эти данные мы оставим анонимными). А вот заметное количество хороших выступлений — это достижение коллектива школы (как школьников, так и учителей). И такие достижения хочется отдельно отметить.

номер школы	Количество призёров по классам							
	⩽5	6	7	8	9	10	11	ВСЕГО
1189	13	13	28	19	17	16	13	119
1514		9	22	22	29	18	10	110
444	2	7	32	21	24	12	5	103
1537				26	17	20	18	81
Интеллектуал	12	9	11	23	12			67
5		3	1	19	16	16	9	64
654	2	6	6	14	8	15	9	60
2007			26	14	14	2		56
57		4	11	6	13	8	9	51
1554		4	10	5	7	8	14	48
1199			10	11	12	8	4	45
1567		6	5	12	3	8	9	43
179			9	11	10	8	1	39
152		1	6	9	5	9	7	37
853		7	4	6	5	7	7	36
5 (Троицк)		1	14	3	2	10	6	36
2			5	18	5	7		35
520	3	1	12	4	9		5	34
1018		1	12	9	3	3	5	33
1506			11	5	4	12	1	33

номер школы	Количество призёров по классам							
	⩽5	6	7	8	9	10	11	ВСЕГО
548		3	17	8	1	3		32
618		6		1	3	14	8	32
463		1	2	8	5	13	2	31
4 (Королёв)				12	5	5	6	28
6 (Дубна)			3	8	2	10	4	27
91			3	6	6	6	4	25
2 (Раменское)			12	7	5			24
1201		3	8	5	5	1		22
1543		2		7	10	1	2	22
218			4	3	4	3	7	21
1538			3	6	11		1	21
Гимназия (Раменское)			2	4	6	4	5	21
1576		1	5	3	11			20
1981			8	3	7	1	1	20
174				3	6	8	2	19
537				1	18			19
1134			1	4	10	4		19
842				1	1	10	6	18
1194				12		2	4	18
1299		4	4	3	6	1		18
199				9	4	3	1	17
2 (Фрязино)		5	11	1				17
54				4	7	2	3	16
538			6	5	2	3		16
38 (Белгород)		6	1	2	7			16
1557				4	2	7	2	15
3 (Троицк)		1	3	5	1	3	2	15
113			2	1	11			14
905			11	3				14
7 (Электросталь)	1			1	1		11	14
345			2	7	4			13
1303					2	9	2	13
1678			9		4			13
13 (Электросталь)						8	5	13
СУНЦ МГУ						6	7	13
680		3	2		5	2		12
1522			5		1	6		12
1553				6	3	3		12
82 (Черноголовка)		1	2	1	2	3	3	12
Классический пансион МГУ			1		3	2	6	12
1150			7	3		1		11
1534					11			11
1917				5	5		1	11
МОУГ (Тула)			7		1	2	1	11
6 (Троицк)			1	2	3	3	1	10
7 (Фрязино)				6	1	3		10

Количество грамот	119	110	103	81	70	67	64	56	51	48	45	43
Школ, где столько грамот	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

Количество грамот	39	37	36	35	34	33	32	31	28	27	25	24	22
Школ, где столько грамот	1	1	2	1	2	2	2	1	1	1	1	1	1

Количество грамот	21	20	19	18	17	16	15	14	13	12	11	10	9
Школ, где столько грамот	3	1	3	3	2	3	2	3	5	5	4	2	9

Количество грамот	8	7	6	5	4	3	2	1	0
Школ, где столько грамот	7	14	6	15	21	34	59	184	169

Торжественное закрытие Турнира, вручение грамот и призов школьникам, принимавшим участие в турнире в Москве, состоялось 21 ноября 2004 года в Московском государственном университете.

Оргкомитет благодарит всех, кто в этом году принял участие в организации турнира. По нашим оценкам это более 300 человек — сотрудников и руководителей принимающих организаций, школьных учителей, студентов, аспирантов, научных работников, и многих других — всех принимавших участие в составлении и обсуждении заданий, организации турнира на местах, дежурстве в аудиториях, проверке работ, организации торжественного закрытия.

Кроме организаций, непосредственно организовавших турнир на своей территории в Москве (упомянуты выше), Санкт-Петербурге, Оренбурге (Оренбургский государственный педагогический университет), Самаре (Самарский государственный университет), городах Курск, Иваново, Волгодонск, Переславль-Залесский, Раменское, Узловая, Троицк, Электросталь, оргкомитет благодарит также следующие организации: Московская городская Дума, Департамент образования города Москвы, Российская Академия наук, Международная Соросовская программа образования в области точных наук, Московский институт открытого образования, Оргкомитет международного математического Турнира городов, Московский центр непрерывного математического образования, Независимый московский университет, Российский государственный гуманитарный университет, Московский государственный технический университет, Компьютерный супермаркет НИКС, Корпорация Boeing и АНО «Школа третьего тысячелетия», оказавшие существенную помощь оргкомитету и непосредственно организаторам турнира на местах.

Отдельно хотелось бы поблагодарить московских (и не только) школьников — участников традиционной зимней школы, проходившей с 3 по 9 января 2005 года в подмосковном наукограде Пущино. Ребята проделали большую работу по редактированию настоящего текста, как всегда, замечая многие ошибки, опечатки и несуразности, «незаметные» для взрослых.

И ещё одна персональная благодарность — студентам Физического факультета МГУ и сотрудникам Международной Соросовской программы образования в области точных наук за качественно выполненную большую работу по обработке результатов и подведению итогов Турнира.

В интернете по адресу http://www.mccme.ru/olympiads/turlom опубликованы электронные материалы турниров этого года и предыдущих лет.

КОНКУРС ПО МАТЕМАТИКЕ

Задания

В скобках указано, каким классам рекомендуется задача; решать задачи более старших классов также разрешается.

1. (6–7) Для сборки автомобиля Лёше потребовалось купить несколько винтиков и шпунтиков. Когда он подошёл к кассе, выяснили, что в этот день магазин проводит рекламную акцию, предлагая покупателям или 15% скидку на всю покупку, или 50% скидку на шпунтики. Оказалось, что стоимость покупки со скидкой не зависит от выбранного варианта скидки. Сколько денег Лёша первоначально собирался потратить на покупку шпунтиков, если на покупку винтиков он собирался потратить 7 рублей?

2. (6–8) Объясните, как покрасить часть точек плоскости так, чтобы на любой окружности радиуса 1 см было ровно четыре покрашенные точки.

3. (6–8) Эстафета длиной 2004 км состоит из нескольких этапов одинаковой длины, выражающейся целым числом километров. Участники команды города Энск бежали несколько дней, пробегая каждый этап ровно за один час. Сколько часов они бежали, если известно, что они уложились в неделю?

4. (8–9) На острове все страны треугольной формы (границы прямые). Если две страны граничат, то по целой стороне[1]. Докажите, что страны можно раскрасить в 3 цвета так, что соседние по стороне страны будут покрашены в разные цвета.

5. (9–11) Дан треугольник со сторонами $AB = 2$, $BC = 3$, $AC = 4$. В него вписана окружность, и точка M касания окружности со стороной BC соединена с точкой A. В треугольники AMB и AMC вписаны окружности. Найти расстояние между точками их касания с прямой AM.

6. (9–11) На доске было написано уравнение вида $x^2 + px + q = 0$ с целыми ненулевыми коэффициентами p и q. Временами к доске подходили разные школьники, стирали уравнение, после чего составляли и записывали уравнение такого же вида, корнями которого являются коэффициенты стёртого уравнения. В какой-то момент составленное уравнение совпало с тем, что было написано на доске изначально. Какое уравнение изначально было написано на доске?

7. (10–11) Существует ли многогранник, все грани которого — равнобедренные прямоугольные треугольники?

Решения к заданиям конкурса по математике

1. Пусть Лёша собирался потратить на покупку шпунтиков x рублей. Тогда при первом варианте скидки он платит за покупку $(1 - 0{,}15)(7 + x) = 0{,}85(7 + x)$ рублей, а при втором варианте — $(7 + 0{,}5x)$ рублей. По условию задачи эти числа равны.

$$0{,}85(7 + x) = 7 + 0{,}5x$$
$$0{,}85 \cdot 7 + 0{,}85x = 7 + 0{,}5x$$

[1] Общая вершина двух треугольников не считается их общей границей.

$$5{,}95 + 0{,}85x = 7 + 0{,}5x$$
$$0{,}85x - 0{,}5x = 7 - 5{,}95$$
$$0{,}35x = 1{,}05$$
$$x = \frac{1{,}05}{0{,}35} = 3$$

Ответ: 3 рубля.

2. Один из вариантов — покрасить параллельные прямые (все точки, лежащие на этих прямых), так, чтобы расстояние между соседними прямыми было равно 1 см (радиусу окружности). Возможное расположение прямых и окружности показано на рисунке.

3. Так как произведение искомого времени N (в часах) и скорости бегунов (в километрах в час) равно 2004 (км), то N должно быть делителем числа 2004. Кроме того, по условию, число N не превосходит числа часов в неделе, то есть $7 \cdot 24 = 168$. Таким образом, N является делителем числа 2004, не превосходящим 168.

Найдём все такие числа. Разложим число 2004 на простые множители: $2004 = 2 \cdot 2 \cdot 3 \cdot 167$.

Отсюда получаем, что N может быть равно 1, 2, 3, 4, 6, 12 или 167.

Так как бегуны бежали несколько дней, то $N > 12$. Значит, единственная возможность для числа N — это 167. Итак, бегуны бежали 167 часов со скоростью 12 км/ч.

Ответ: 167 часов.

4. Предположим, что некоторые острова, удовлетворяющие условию задачи, невозможно покрасить в три цвета так, чтобы соседние страны были покрашены в разные цвета. Выберем из них остров, на котором число стран самое маленькое, пусть оно равно n. Рассмотрим на этом острове какую-нибудь прибрежную страну (то есть страну, одной из сторон выходящую на берег). Оставшаяся часть острова (возможно она «распадается» на несколько островов) содержит меньше n стран, поэтому ее можно покрасить в три цвета. Но рассматриваемая страна граничит только с двумя странами, а значит, для неё запрещены только два цвета. Поэтому её тоже можно покрасить. Получили противоречие. Следовательно, карту любого острова, удовлетворяющего условию задачи, можно раскрасить в три цвета так, чтобы выполнялись требования задачи.

Замечание. В условии и решении задачи мы воспользовались некоторым условным («математическим») языком, удобным в этой ситуации. А специально для читателей, только начинающих изучать математику, дадим несколько разъяснений.

1. «Докажите, что страны можно раскрасить в **3 цвета** так, что...». Имеется ввиду, что для раскраски **достаточно** трёх цветов. То есть остров, на котором есть только две страны, также годится (хотя его формально и нельзя раскрасить в 3 цвета, так как страны только две).

2. «Выберем из них остров, на котором число стран самое маленькое.» Имеется ввиду выбор **среди всех теоретически возможных карт с заданным числом стран**, а не среди «реально» существующих островов в нашем воображаемом море. Поэтому, если мы «убираем» одну из стран, то в результате получается одна из уже рассмотренных карт (даже если соответствующего ей «реально» острова и нету).

3. «Но рассматриваемая страна граничит только с двумя странами, а значит,...». Имеется ввиду «не более, чем с двумя» (нетрудно нарисовать карту, на которой все прибрежные страны имеют только одну границу со странами-соседями).

4. Решение этой задачи основано на одном из вариантов принципа математической индукции — принципе крайнего. При решении таких задач удобно рассматривать наименьший (в некотором смысле) контрпример, в данном случае — «нераскрашиваемый» остров с минимальным числом стран.

5. Пусть окружность, вписанная в треугольник ABC, касается стороны AB в точке X и стороны AC в точке Y. Очевидно, что $BM = BX$, $CM = CY$ и $AX = AY$.

Выразим длину отрезка BM через длины сторон треугольника ABC.

$$BM = \frac{2BM}{2} = \frac{BM + BX}{2} = \frac{BM + MC - MC + BX + AX - AX}{2} =$$
$$= \frac{BM + MC - CY + BX + AX - AY}{2} =$$
$$= \frac{(BM + MC) + (BX + AX) - (AY + CY)}{2} = \frac{BC + AB - AC}{2}$$

Пусть K — точка касания вписанной в треугольник AMB окружности с отрезком AM. Аналогично предыдущему рассуждению получим $AK = (AB + AM - BM)/2$.

Аналогично, обозначив через L точку касания отрезка AM и окружности, вписанной в треугольник AMC, получим $AL = (AC + AM - MC)/2$.

Тогда искомое расстояние равно

$$KL = |AK - AL| = (1/2) \cdot |AB + AM - BM - (AC + AM - MC)| =$$
$$= (1/2) \cdot |AB + AM - BM - AC - AM + MC| =$$
$$= (1/2) \cdot |AB - BM - AC + MC| =$$
$$= (1/2) \cdot |AB - 2BM - AC + MC + BM| =$$
$$= (1/2) \cdot |AB - 2BM - AC + BC| =$$
$$= (1/2) \cdot |AB - 2 \cdot \tfrac{1}{2}(BC + AB - AC) - AC + BC| =$$
$$= (1/2) \cdot |AB - BC - AB + AC - AC + BC| =$$
$$= (1/2) \cdot |AB - AB + BC - BC + AC - AC| = 0$$

То есть точки K и L (точки касания окружностей) совпадают ($KL = 0$), и это верно для любых длин сторон треугольника ABC, а не только для данных в условии задачи. Ответ: 0.

6. По теореме Виета, коэффициенты нового трёхчлена равны $-(p+q)$ и pq соответственно. Заметим, что ни у одного из написанных трёхчленов коэффициент p не может быть равен нулю. Действительно, в этом случае у всех последующих трёхчленов коэффициент q был бы равен нулю, а значит, среди них не мог встретиться исходный трёхчлен. Так как коэффициент p — целое ненулевое число, то у каждого следующего трёхчлена модуль коэффициента q не меньше, чем у предыдущего. Следовательно, модули всех этих коэффициентов равны, а значит, все коэффициенты p равны ± 1. В частности, у второго трёхчлена коэффициент p равен ± 1 и равен $-(\pm 1 + q)$. То есть $\pm 1 = -(\pm 1 + q)$, где знаки $\pm$ выбираются независимо друг от друга. Отсюда коэффициент q первого трёхчлена может быть равен или 2, или 0, или -2. Как было замечено выше, нулю он равняться не может. Таким образом, для первого трёхчлена возможны два варианта: $x^2 + x - 2$ и $x^2 - x + 2$. Несложно проверить, что из трёхчлена $x^2 + x - 2$ получается сам этот трёхчлен, а из трёхчлена $x^2 - x + 2$ сначала получается трёхчлен $x^2 - x - 2$, а потом получается трёхчлен $x^2 + 3x + 2$, модуль коэффициента p которого не равен единице, что невозможно.

Ответ: $x^2 + x - 2$.

7. Существует.

Покажем, как можно построить один из таких многогранников.

1. «Отрежем» от куба «уголок». Отсекающую плоскость выберем так, чтобы она пересекала все три ребра куба, выходящих из отрезаемой вершины, на одинаковом расстоянии от этой вершины. У отрезанной таким образом «пирамидки» (тетраэдра) будет четыре грани: три из них — равнобедренные прямоугольные треугольники (бывшие части граней куба), и ещё один треугольник (очевидно, равносторонний, но нам это неважно).

2. Сделаем ещё один точно такой же тетраэдр.

3. «Склеим» эти два равных тетраэдра гранями, которые не являются прямоугольными треугольниками. У полученного многогранника «снаружи» в качестве граней останутся только равнобедренные прямоугольные треугольники, что и требовалось.

КОНКУРС ПО МАТЕМАТИЧЕСКИМ ИГРАМ

Условия игр

Конкурс по математическим играм адресован школьникам не старше 8 класса. Старшеклассники также, по желанию, могут решать задания математических игр письменно.

Для решения советуем выбирать игры, которые вам интереснее и понятнее, и решать пункты задания по порядку.

1. «Аукцион» На аукционе продают 3 картины. У каждого из двух покупателей по n монет. Сначала продают первую картину. Покупатели по очереди называют цену, каждый раз выше предыдущей, либо кто-то говорит «отказываюсь от торга». В этом случае картина достаётся сопернику (а названное последний раз этим соперником количество монет уходит устроителям аукциона; если один покупатель отказался от торга до того, как была названа первая цена, то второй покупатель получает картину бесплатно). Далее продаётся следующая картина (очерёдность ходов продолжает соблюдаться, отказ от торга — не ход), потом последняя. Побеждает тот, кто купил больше картин. Кто победит при правильной игре? Рассмотрите случаи:

а) $n = 3$;
б) $n = 4$;
в) n произвольно.

2. «Красим клетки» Есть поле $n \times m$ клеточек. За ход можно закрасить любую клетку. При закрашивании требуется соблюдать условие: из четырёх клеток, лежащих на пересечении любых двух строк и любых двух столбцов, нельзя закрашивать более двух клеток. Тот, кто не может сделать ход, проигрывает. Кто победит при правильной игре? Рассмотрите такие размеры поля:

а) 4×6;
б) 5×5;
в) 4×7;
г) произвольное поле $n \times m$.

3. «Последние числа» Даны числа $1, 2, \ldots, 27$. Игроки по очереди зачёркивают по числу, пока не останется два числа. Если их сумма делится на 5, побеждает первый, нет — второй. Кто победит при правильной игре?

4. «Перекладывание камней» По кругу стоят n коробочек, в одной из них белый и чёрный камни, прочие пусты. Игроки перекладывают по очереди камни: первый перекладывает белый камень по часовой стрелке через одну или через две коробочки, второй — чёрный камень против часовой стрелки также через одну или через две. Победит тот, кто положит свой камень в коробочку с камнем соперника. Кто одержит победу при правильной игре? Рассмотрите случаи:

а) $n = 13$;
б) $n = 14$;

в) $n = 15$;
г) n произвольно.

5. «Два директора» Колбаса стоит n рублей. Играют директора двух магазинов. Каждый своим ходом повышает цену колбасы на целое число процентов, меньшее 100, и при этом на целое число рублей. Проиграет директор, не сумевший повысить цену по этим правилам. Который из двух проиграет? Рассмотрите такие варианты:

а) $n = 1000$;
б) $n = 880$;
в) $n = 600$;
г) $n = 2^k$;
д) n произвольно.

Решения математических игр

Традиционный конкурс по математическим играм проходил в рамках турнира Ломоносова и в этом году, вызвав большой интерес у участников. Как и предыдущие годы, там, где это удавалось организовать, конкурс для учеников не старше 8-го класса проходил в устной форме — участники играли в игры сами с собой, между собой, а также с многочисленными ведущими, которым и рассказывали свои решения игр, когда их придумывали. Кроме того, в этот раз организаторы предлагали конкурс по матиграм и старшим школьникам, вплоть до 11-го класса, только для них этот конкурс, конечно, был письменным. Поиск стратегии в игре является настоящей математической задачей (порой довольно сложной), и поэтому нашлось над чем подумать и старшеклассникам, и ученикам средних классов.

К сожалению, как и всегда, было очень много работ, в которых никаких стратегий не описывалось, а просто объявлялось, кто (начинающий игру или его соперник) победит; иногда эти сведения иллюстрировались примерами партий. Однако от участников требовалось не указать, кто победит, а *доказать*, что победит именно он, указав для этого исчерпывающую инструкцию по игре для этого игрока. Иначе говоря, научиться в совершенстве играть за того или иного игрока (никогда не проигрывая) и уметь учить своему методу других.

При решении игр часто применяются общие методы: *метод полного перебора, метод инварианта, метод симметрии, метод прогрышных и выигрышных позиций*. Мы надеемся, что их суть будет понятна из предлагаемых решений.

Игра № 1. «Аукцион» Эта несложная игра понравилась участникам, многие решили её верно. Пункты а) и б) можно было сделать перебором. Покажем это на примере а). Ответ: победит первый игрок, вот его стратегия. Он говорит: «1 монета». Если второй скажет «2 (или 3) монеты», первый говорит «Отказываюсь». В этом случае у первого 3, а у второго максимум 1 монета. Первый: «1 монета», второй: «Отказываюсь» (у него выбора нет), далее второй: «1 монета»

(если она вообще у него есть), первый: «2 монеты». На этом торги окончатся в пользу первого. Если же в самом начале второй скажет «отказываюсь», то первый забирает картину. Если в свой ход теперь второй скажет «1 монета», то первый купит вторую картину и выиграет, а если второй скажет «2 (или 3) монеты», то первый отказывается, а затем, говоря «2 монеты», выигрывает. Мы пересмотрели все возможности и убедились в победе первого игрока.

Оказывается, первый игрок, действуя примерно таким образом, всегда может победить. Детали стратегии зависят от чётности N, случай нечётного N мы будем рассматривать в скобках. Итак, если монет N и N чётно (или нечётно), первый называет сначала $\frac{N}{2}$ (или $\frac{N-1}{2}$). Если второй откажется, он должен будет предложить затем сумму, бóльшую, чем $\frac{N}{2}$ (или $\frac{N+1}{2}$). Первый тогда, отказавшись, называет $\frac{N}{2}$ (или $\frac{N+1}{2}$) и побеждает, так как у второго не более $\frac{N}{2}$ (или $\frac{N-1}{2}$) монет. Если второй вначале перекупит картину, то у него останется менее $\frac{N}{2}$ (или $\frac{N+1}{2}$) монет. Теперь первый называет $\frac{N}{2}$ (или $\frac{N-1}{2}$). Второй неизбежно пасует. Теперь у первого $\frac{N}{2}$ (или $\frac{N+1}{2}$) монет, а у второго, как мы видели, меньше, так что первый получит и третью картину.

За пункты а) и б) присуждалось по 5 баллов, назвавший первый ход первого в общем случае получал ещё 5 баллов, а за полное решение этой задачи (как и всех прочих) начислялось 20 баллов.

Игра № 2. «Красим клетки» Игра оказалась сложноватой для участников. Многие поняли, что в случае б), как и вообще в ситуации поля с нечётными сторонами, победит первый игрок, следуя симметричной стратегии: сначала он красит центральную клетку, а затем всякий раз красит клетку, центрально-симметричную только что закрашенной противником. Ясно, что у второго будет всегда ход, а правила первый нарушит только если их на своём предыдущем ходу нарушил второй. В случае же доски с чётной стороной центральной клетки нет и, казалось бы, симметричной стратегией мог бы воспользоваться второй, но это может не получиться (рассмотрите доску 3×2, первый ходит сначала в угол, потом в одну из средних клеток). Но у второго есть другая стратегия. Повернём доску так, что у неё будет чётное число строк. На ход первого второй должен отвечать, крася другую клетку того же столбца. Две строки, которые задействовали игроки, теперь «закрываются» — больше в них ходить нельзя. Первый вынужден красить клетку в новой строке, второй снова красит клетку в том же столбце и «из строя выходят» ещё две строки. Так как число строк чётно, то у первого вскоре закончатся ходы.

За разбор центрально симметричного случая в этой задаче давалось 8 баллов, за прочие случаи 12 баллов. За разбор конкретных значений размеров поля начислялось 4 балла (пункты *а*, *б*) и 5 баллов (пункт *в*).

Игра № 3. «Последние числа» Эта игра вызвала интерес участников, хотя было много неверных решений (и даже неверных ответов!). Многие поняли, что вычёркивать надо не как попало, а так, чтобы числа, вычеркнутые только что тобой и соперником, давали в сумме число, кратное пяти (за эту мысль присуждалось до 5 баллов). Многие также поняли, что вместо самих чисел можно

рассматривать их остатки от деления на 5. Эти остатки будут такими: 5 нулей, 5 четвёрок, 5 троек и по 6 единиц и двоек. Побеждает же в этой игре первый игрок. Именно, он вычёркивает первым ходом 1. При этом сумма всех оставшихся чисел будет давать при делении на 5 остаток 2 (это условие некоторое время не будет меняться, назовём его словом *инвариант*). Первый будет на некоторые ходы второго (1, 3 или 4) вычёркивать 4, 2 или 1 соответственно, восстанавливая инвариант. Если же второй зачеркнул 0 или 2, первый зачёркивает 2 или 0, и с этого момента до конца игры он будет поддерживать новый инвариант: сумма всех оставшихся чисел делится на 5 (и поэтому первый победит). Для этого на ход второго 0, 1, 2, 3 или 4 он ответит 0, 4, 3, 2 или 1. Эти ходы возможны, так как нулей чётное число (четыре), а чисел 1–4 и 2–3 поровну, и исчезают они тоже парами.

Игра № 4. «Перекладывание камней» В эту игру участники много и с интересом играли, рисуя поле на бумаге и делая фишки из подручных материалов. Обнаружилось вот что. Во-первых, если между камнями 4 пустых коробочки, то это — «ловушка»: тот, кому сейчас ходить, проигрывает. Во-вторых, если между камнями три пустых коробочки, то ходящий имеет только один ход — длинный (так мы назовём ход через две коробочки, а ход через одну будет «коротким»). При следующем ходе камни «минуют друг друга без боя», такую ситуацию мы назовём «проход». Попробуем теперь решить задачу. Оставив пока без внимания случай $n < 5$ и рассмотрим $n = 5$. Первый уже попал в ловушку. Более того, то же будет и при $n = 5k$. В этом случае второй на длинный ход соперника отвечает коротким и наоборот, при этом расстояние между камнями (измеряемое количеством пустых коробочек), сокращается на 5, а поэтому рано или поздно станет равным 4, и тогда первый проиграл. Теперь ясно, что при $n = 5k + 2$ и $n = 5k + 3$ победит первый: он сделает короткий (длинный) ход и поставит второго в положение первого как бы при $n = 5k$. Теперь рассмотрим $n = 5k + 4$ и $n = 5k + 1$. При $n = 5k + 4$ первый не должен делать короткий ход, иначе второй станет начинающим в ситуации $n = 5k+2$ и победит. По той же причине при $n = 5k + 1$ первый не должен делать длинный ход. Тогда последовательность ходов у игроков предопределена (один делает только длинные, другой — только короткие ходы), и всё это будет продолжаться пока между камнями не останется 5, 3, а затем 0 пустых коробочек. Тогда произойдет проход, и у того, кому сейчас ходить (а это первый при $n = 5k + 1$ и второй при $n = 5k + 4$), возникнет два варианта хода. При $n = 5k + 1$ первый сделает короткий ход и сведёт игру как бы к положению $n = 5k$, где второй, который начинает игру в этой ситуации, проигрывает. При $n = 5k + 4$ второй может делать любой ход, но первый всегда после этого окажется в ситуации $5k + 3$ или $5k + 2$ и победит.

Итак, при $n = 5k + 2$ и $n = 5k + 3$ победит первый, при $n = 5k + 1$ и $n = 5k + 4$ — тоже первый, но после прохода, а в случае $n = 5k$ — второй. Случаи $n < 5$ неинтересны и могут быть разобраны непосредственно. За каждый из пунктов а)–в) присуждалось по 4 балла, до 5 баллов начислялось за соображения рекуррентности, 20 баллов за полное решение. Интересно, кстати, можно ли было так подобрать длины ходов, чтобы была возможна ничья, и камни так и ходили по кругу от прохода до прохода?

Игра № 5. «Два директора» Эта трудная игра не была решена ни одним участником. Однако её можно исследовать методом проигрышных и выигрышных позиций. Прежде всего ясно, что никакие множители из разложения числа n, кроме двоек и пятёрок, не играют никакой роли и неизменно будут присутствовать в числе во время всей игры (а также появляться в ходе игры и сохраняться до конца). Поэтому можно считать, что $n = 2^k \cdot 5^m$. Пару чисел $(k\,;\,m)$ мы назовём характеристикой числа n и будем считать её описанием позиции. Посмотрим, что будет с парой $(k\,;\,m)$ при увеличении числа, скажем, на 60%. Число умножится на $\frac{160}{100}$, то есть поделится на $2^2 \cdot 5^2$ и умножится на $2^5 \cdot 5^1$. Итог такой: $(k\,;\,m)$ превратится в $(k+3\,;\,m-1)$. Мы коротко запишем этот ход так: $(+3;-1)$. Выпишем все возможные ходы (после каждого хода указывается пример — повышение на сколько процентов этот ход реализует).

1. $(-2;-2)$ 1%
2. $(-1;-2)$ 2%
3. $(\ \ 0;-2)$ 4%
4. $(+1;-2)$ 36%
5. $(+2;-2)$ 12%
6. $(+4;-2)$ 92%
7. $(+5;-2)$ 28%
8. $(-2;-1)$ 5%
9. $(-1;-1)$ 10%
10. $(\ \ 0;-1)$ 40%
11. $(+1;-1)$ 20%
12. $(+3;-1)$ 60%
13. $(-2;0)$ 75%;
14. $(-1;0)$ 50%;
15. $(-2;+1)$ 25%

Теперь заметим, что если оба числа в характеристике кратны трём, то любой ход это свойство нарушает, напротив, если свойство нарушено, то существует ход, который его восстанавливает. Номера таких ходов приведены в таблице (по вертикали остаток от деления на 3 первого показателя, по горизонтали — второго):

	0	1	2
0	—	10	3
1	14	9	2
2	13	8	1

Итак, ответ к нашему заданию таков: если исходное число имело вид $m \cdot 2^n \cdot 5^k$, где m не делится ни на 2, ни на 5, а числа n и k оба делятся на 3, то проиграет первый игрок (такое число называется *проигрышным*), иначе второй. В самом деле, после любого хода первого с проигрышного числа число перестаёт иметь указанный вид (становится *выигрышным*), и второй может нужным ходом из таблицы снова сделать его проигрышным. Если же первый начинает с выигрышного числа, то первым ходом он делает его проигрышным и далее действует по тому же принципу. Заметим также, что любой ход уменьшает хотя бы одну компоненту характеристики, поэтому игра рано или поздно закончится в (проигрышном) положении $(0\,;\,0)$. Для приведённых в задании чисел характеристики таковы:

а) $(3\,;\,3)$ (проигрышная);
б) $(4\,;\,1)$ (выигрышная);
в) $(3\,;\,2)$ (проигрышная);
г) $(k\,;\,0)$ (зависит от делимости k на 3).

В заключение приведём несколько забавных цитат из работ участников конкурса. В основном, они свидетельствовали о не совсем обычном понимании условия игры и термина «стратегия»:
— За какого бы игрока я не играл, я всегда должен начинать первым.
— Существует стратегия, при которой может выиграть как первый, так и второй игрок.
— При неправильной игре выигрывает первый, а при правильной — второй.

Традиционно многие участники конкурса, особенно юные, воспринимают математическую игру как собственно игровое действие, где важен интеллект, внимание, психологический расчёт:
— В любом случае победит тот, кто мыслит быстрее и проворнее.
— Мне кажется, что победит первый игрок, потому что второй игрок скорее всего решит, что для выигрыша нужно повторять ходы за первым игроком, а это неверно.

Один грустный семиклассник, полчаса просидев над тетрадью, признался ведущим: «Я вот тут играю сам с собой и за первого, и за второго, и всё время проигрываю. . . » Организаторы конкурса советуют всем не падать духом, желают больших творческих успехов и называют авторов заданий конкурса. Игру №1 предложил Михаил Раскин, игру №2 — Игорь Акулич, игру №4 — Александр Хачатурян, игру №5 — Алексей Заславский. Игра же №3 не новая — она была в качестве задачи на Московской математической олимпиаде в 1969 году (первая задача для 9-х (по старой нумерации) классов).

КОНКУРС ПО ФИЗИКЕ

Задания

В скобках после номера задачи указаны классы, которым эта задача рекомендуется. Ученикам *7 класса и младше* достаточно решить **одну** «свою» задачу, ученикам *8 класса и старше* — **две** «своих» задачи. Решать остальные задачи тоже можно.

1. (6–8) Пассажир хочет проехать по подземной линии метро так, чтобы за время своей поездки провести в туннелях как можно меньше времени. Куда ему следует садиться: в начало поезда, середину или хвост?

(Сами станции туннелями не считаются, хотя и находятся под землёй. Разные вагоны проводят в туннеле разное время из-за того, что на станциях поезд плавно увеличивает свою скорость и также плавно тормозит.)

2. (6–9) Вдалеке стоит деревенский домик. Из трубы идёт дым и относится ветром вправо. Рассматривая домик через увеличительное стекло (стоя на том же месте), мы увидим перевёрнутое изображение (труба будет торчать вниз). А в какую сторону пойдёт «перевёрнутый» дым (вслед за «настоящим» дымом или обратно)?

3. (6–9) Человек, неудачно наступивший на лежащие на земле грабли, может получить удар ручкой этих граблей. Предложите (и объясните) способ устране-

ния этого недостатка (способ должен быть таким, чтобы у граблей не появилось других, более существенных недостатков).

4. (7–10) До быстро вращающегося точильного круга дотронулись металлическим предметом. От места контакта отлетают «искры», которые некоторое время летят по воздуху в виде светящихся точек, а потом «взрываются» (разлетаются на части), хотя внешние условия, в которых находится искра, не меняются. Предложите физическое объяснение причины «взрыва» искр.

5. (8–11) На одном промышленном предприятии решали проблему — по территории проходит дорога, делающая резкий поворот. Обзор дороги за поворотом загорожен оборудованием. В этом месте часто происходили мелкие аварии — водители слишком поздно замечали за поворотом встречную машину. Решили изготовить и установить на повороте большое зеркало, чтобы водителям было видно, что происходит за углом. Какое зеркало лучше всего подходит для этой цели — плоское, выпуклое или вогнутое?

6. (9–10) В результате горения водорода на воздухе получается вода. На самом деле этот процесс намного сложнее. Например, в результате образуется также перекись водорода (химическая формула H_2O_2). Раствор этого вещества в воде относительно устойчив при комнатной температуре (используется, например, в медицинских целях). Но в пламени из-за высокой температуры почти вся образовавшаяся перекись водорода тут же разлагается. Предложите способ сжигания водорода, позволяющий существенно увеличить количество получаемой перекиси водорода.

7. (9–10) Незнайка гулял по берегу не очень быстрой и не очень глубокой речки и заметил, что растущие на дне травянистые водоросли наклонены в сторону течения и имеют из-за этого почти такую же форму, как и большие деревья во время урагана. С деревьями всё понятно — подумал Незнайка — ствол упругий, поэтому ветер не может прижать дерево к земле. А почему течение не прижимает водоросли ко дну (их травянистые стебли — совсем не упругие)? Помогите Незнайке разобраться.

8. (9–11) Имеется проволочная сетка с квадратными ячейками (например, забор; проволока везде одинаковая). Как с помощью батарейки, амперметра и соединительных проводов определить сопротивление отрезка проволоки, равного по длине стороне квадратика. Забор нельзя ломать, но можно подсоединять провода к произвольному месту. Напряжение батарейки U. Сопротивление батарейки (внутреннее) и проводов не учитывать.

9. (9–11) В вертикальной плотине сделали два отверстия, находящихся на одной вертикальной прямой на расстоянии h_1 и h_2 от поверхности воды перед плотиной соответственно ($h_1 < h_2$). Считать, что струя воды через отверстия вытекает горизонтально со скоростью $\sqrt{2gh}$. Найти, на каком расстоянии от поверхности воды струи пересекаются друг с другом.

10. (9–11) Один из способов получения пресной воды — продавливание солёной воды через специальную мембрану, пропускающую молекулы воды, но задер-

живающую находящиеся в воде ионы солей (для этого давление солёной воды должно быть больше давления пресной на некоторую величину, обозначим её Δp).

Сконструируем с помощью такой мембраны «вечный двигатель». Известно, что плотность пресной воды ($\rho_{\text{п}}$) меньше плотности солёной ($\rho_{\text{с}}$).

Возьмём трубу длины h, расположим её вертикально, нижний конец закроем мембраной, погрузим эту трубу в солёную воду (например, океан), а внутрь трубы нальём пресную воду (до уровня поверхности океана).

Если $\rho_{\text{п}}gh < \rho_{\text{с}}gh + \Delta p$, то в трубе уровень пресной воды будет поддерживаться выше уровня солёной, и эту разность уровней можно использовать для получения энергии.

Объясните, почему предложенное устройство на самом деле не является вечным двигателем и откуда берётся энергия для работы такого устройства. (Справка: по расчётам для имеющихся на Земле океанов необходимая глубина погружения h составляет примерно 10 км.)

Ответы и решения к заданиям конкурса по физике

1. Обозначим на оси времени моменты появления на какой-нибудь станции начала, середины и конца поезда +Н, +С и +К, а моменты последующего уезда с этой станции — соответственно −Н, −С и −К. Получится примерно такая картина:

Интервал между +Н и +С короче интервала между +С и +К потому, что к моменту появления на станции середины поезда он уже успел затормозить, поэтому на выезд из туннеля задней половины поезда будет израсходовано больше времени, чем на выезд передней половины. Аналогично выбраны расстояния между точками −Н, −С и −К. Время стоянки поезда на станции (от +К до −Н) выбрано условно и на ответ не влияет.

Если поезд разгоняется и тормозит «симметрично», то наиболее выгодное место с точки зрения нашей задачи — середина состава (расстояние между буквами С больше, чем меду буквами Н или буквами К, то есть именно середина поезда проводит больше всего времени на станциях, и поэтому меньше всего — в туннелях.). Незначительные различия в зависимостях скорости от времени при торможении и разгоне могут незначительно сдвинуть наиболее выгодное место расположения.

Разумеется, в нестандартных ситуациях, которые в условии задачи не предполагаются, ответ может сильно отличаться от полученного в решении. Например, если на станцию выехал только первый вагон, после чего поезд сломался, остановился и дальше поехал только через час, то наиболее выгодное место окажется именно в первом вагоне.

Замечание. Эта задача возникла из практики. А именно, известно, что на (некоторых) станциях (московского метро) мобильные телефоны работают, а в туннелях — нет. Указанным в решении способом можно «увеличить» время

своего пребывания на каждой станции (в зоне уверенного приёма радиосигнала) на несколько секунд. Этого времени как раз хватает на один разговор по мобильному телефону.

2. Ответ. «Перевёрнутый» дым пойдёт в сторону, противоположную «настоящему».

Комментарий. Термин «перевёрнутый» в контексте типа «линза создаёт перевёрнутое изображение» не очень удачный. Его, конечно, вместо неудачного можно считать условным (но только после разъяснения сути дела, которое во многих школьных учебниках отсутствует).

На самом деле линза, конечно же, ничего не переворачивает, а осуществляет преобразование центральной симметрии (которое на плоскости эквивалентно повороту на 180° вокруг центра симметрии), в чём легко убедиться, мысленно построив ход лучей в пространстве.

Но говорить «центрально-симметризованное изображение» менее удобно, чем «перевёрнутое изображение». Видимо, поэтому чаще и говорят «перевёрнутое». К тому же, при построении на плоскости, «переворот» отрезка даёт тот же результат, что и центральная симметрия. Видимо, поэтому термин «перевёрнутое изображение» часто употребляется в описанной ситуации. Но понимать его нужно именно как поворот на 180°, а не как только изменение ориентации верх–низ.

3. Разумеется, во времена технического прогресса можно изготовить грабли с электронной начинкой, ручка которых, например, будет снабжена видеокамерой. Тогда специальная компьютерная программа могла бы распознавать ситуации, когда ручка движется на человека, и самостоятельно отклонять ручку в сторону.

Но такие «грабли» наверняка окажутся слишком дорогими (что является существенным недостатком, противоречащим условию задачи). К тому же, разработка механической части, системы управления и программного обеспечения для таких «граблей» — необходимая часть решения (если выбран такой путь решения), а дело это очень непростое.

Заметим, что такие «умные» инструменты, самостоятельно отслеживающие выполняемые с помощью них манипуляции, действительно существуют и применяются там, где ошибки недопустимы или невыгодны по сравнению со стоимостью таких инструментов — в научных исследованиях, медицине, космической технике, атомной промышленности, на сборочном конвейре и т. п.). Но грабли к таким ситуациям не относятся. Поэтому рассмотрим более простые способы.

а) Можно сделать ручку потяжелее — так, чтобы веса человека, наступившего на зубья, было недостаточно, чтобы ручка пришла в движение. Но тогда граблями будет не очень удобно пользоваться. К тому же, если на грабли всё же удастся наступить с достаточной силой (например, с разбегу), то... Разумнее ручку, наоборот, сделать как можно легче (такие материалы есть, например, из них изготавливают лыжные палки для спортсменов). В любом случае можно надеть на конец ручки наконечник для смягчения возможного удара.

б) Зубья можно загнуть не под прямым углом, а немного бóльшим или немного меньшим 90°. В первом случае основания зубьев будут выполнять роль «упо-

ров» (см. конец пункта е). Во втором случае ручка может подскочить, но во время движения грабли упрутся зубьями в землю до того, как ручка достигнет вертикального положения и сможет ударить человека. (Отметим, согнутые не под прямым углом зубья делают грабли менее удобными — сгребаемый материал может или «набиваться» в зубья, либо «выскальзывать» из-под них.)

в) Можно сделать зубья такими, чтобы на них наступить было как можно труднее и неудобнее. Например, сделать их длинными — примерно 50 см в длину (грести такими непривычными граблями вполне можно). К тому же такие зубья будут и более заметными. Но если за них всё же кто-то запнётся, то. . .

г) Можно к гребёнке приделать дугу (с обратной стороны от зубьев, в плоскости, перпендикулярной ручке). Такие грабли будет просто невозможно положить на землю так, чтобы можно было наступить на зубья. Но зато за саму дугу можно запнуться, и. . .

д) Можно удалить из гребёнки центральные зубья, которые наиболее опасны для наступания. А при наступании на боковые зубья ручка скорее всего улетит вбок и не попадёт по наступившему. Также легко сообразить, что для возникновения обсуждаемого нежелательного эффекта с граблями на боковые зубья нужно давить с бо̀льшим весом.

е) Очевидно, что ручке граблей «подскочить» в результате наступания на зубья тем легче, чем больший крутящий момент создаёт нога человека относительно возможной точки поворота. Поэтому этот момент нужно по возможности уменьшать (для этого радиус закругления зубьев в плоскости, перпендикулярной поверхности земли, должен быть как можно меньше; но при этом край для безопасности всё же не должен быть острым). Крутящий момент вообще можно сделать отрицательным, то есть прижимающим ручку к поверхности земли. Этого можно добиться с помощью специальных упоров, торчащих от основания зубьев перпендикулярно этим зубьям (то есть в направлении ручки). Чтобы не мешать работе, эти выступы должны быть короче зубьев в 3–4 раза.

ж) Можно вообще сделать «симметричные» грабли — с двумя рядами зубьев, торчащими в противоположные стороны. Тогда, если грабли лежат на земле, какие-нибудь зубья будут выполнять функцию упоров, и к тому же подковыривать землю, что также затруднит подскакивание ручки.

з) Гребёнку можно сделать не прямой, а дугообразной (ручка граблей прикрепляется к центру дуги с внешней стороны, зубья делаются разной длины так, чтобы их концы располагались в плоскости, наиболее удобной для работы). В этом случае при наступании на центральные зубья края дуги будут выполнять функции упоров, а при наступании на один из краёв грабли упрутся в противоположный край гребёнки. Конечно, мусор из-под таких граблей будет «разбегаться», а траву или сено (которые всё равно цепляются за зубья) можно грести без проблем.

и) Если грабли предназначены только для травы или сена, то зубья можно изготовить из упругой резины. Упругость должна быть такой, чтобы они не гнулись от сена, но сгибались под тяжестью человека (заметим также, что в сене нагрузка распределяется по всем зубьям, а ногой можно наступить только на два или три соседних).

к) Комбинируя предыдущие способы, можно сделать грабли, у которых центральные зубья — резиновые, а боковые — металлические.

Некоторые участники предлагали сделать на ручке граблей шарнирное соединение с упором, позволяющее перегибаться ручке только в одну сторону. По их замыслу при наступании на зубья ручка должна была перегибаться. К сожалению, такие грабли окажутся непригодными и для работы, так как во время работы ручка будет перегибаться в ту же сторону.

4. Разумеется, правильным нужно считать любое описание, которое подходит по условию задачи и не противоречит общепринятым физическим представлениям.

Как видно на фотографии, не все «следы» заканчиваются «взрывами». Скорее всего это означает, что они произошли уже после окончания фотосъёмки. По этой же причине некоторые следы начинаются не у точильного круга, а просто в воздухе — их начальный участок также просто не был заснят.

Наиболее вероятная история каждой искры — такая.

1) маленький кусочек металла отрывается от металлического предмета. Удар и отрыв — это неупругая деформация, в результате которой выделяется теплота. Но на металлическом предмете оказывается нагретым сравнительно небольшой (по сравнению с размерами предмета) участок; теплопроводность металла хорошая, поэтому тепло от нагретого участка сравнительно быстро распределяется по объёму металла.

2) Другое дело — маленький кусочек. Там теплу распределятся некуда. Поэтому его поверхность остаётся горячей. Если её температура превышает тем-

пературу воспламенения — кусочек загорается (обычно горение начинается ещё в момент отрыва, но на основной части металла горение из-за теплопотерь тут же прекращается, а кусочек горит дальше).

3) Если размеры кусочка сравнимы с характерными размерами области горения, в процесс горения вовлекается вся поверхность металла. С этого момента кусочек металла оказывается внутри поверхности с температурой горения этого металла. От этого он будет только нагреваться (и он не может охлаждаться атмосферным воздухом, т. к. не имеет непосредственного контакта с атмосферой).

4) Далее металл сначала нагреется до температуры плавления, потом расплавится (на плавление также затрачивается энергия горения), превратившись в жидкость, будет нагреваться дальше.

5) В момент, когда температура расплавленного металла станет такой, что давление насыщенных паров металла при данной температуре сравняется с атмосферным давлением, капля «закипит», то есть разлетится на части, что и выглядит как взрыв. (Точнее говоря, кипеть будет уже не сам металл, а по крайней мере раствор в этом металле (или металлов, если это был сплав) продуктов горения и, возможно, других веществ, например, соединений металла с азотом, образовавшихся при высокой температуре).

Разумеется, описанный эффект будет наблюдаться не со всеми металлами (и сплавами), а только с обладающими подходящим набором параметров (температура плавления, воспламенения, горения, и кипения, удельная теплоёмкость в твёрдом и жидком состоянии, и др.)

Другой возможный «сценарий» развития событий — растрескивание искры из-за нагревания, которое почти наверняка окажется неравномерным. Растрескиваться может как сам металл, так и образовавшаяся на его поверхности хрупкая оксидная корка.

Некоторые участники совершенно справедливо заметили, что описанная в задаче ситуация также может наблюдаться при падении на Землю металлических метеоритов.

5. Ответ. Категоричного ответа на поставленный вопрос дать нельзя. В большинстве подобных случаев, скорее всего, лучше всего использовать выпуклое зеркало.

Комментарий. Плоское зеркало (по сравнению с любым «кривым») обеспечивает меньшие возможности обзора (ограниченные условием «угол падения равен углу отражения»). Кривое зеркало состоит как бы из «плоских», расположенных под разными углами и позволяющих просматривать всевозможные направления. В вогнутое зеркало, по сравнению с выпуклым, труднее и неудобнее «заглядывать»; к тому же оно может сфокусировать в глаза водителю свет Солнца, фар и т. п., что нежелательно. Искажение изображения автомобиля в «кривом» зеркале в данном случае не очень важно — главное получить информацию о том, что автомобиль за углом вообще имеется. Искажение в подобных случаях оказывается даже желательным — если изображение выглядит неестественно, водителю будет труднее случайно принять зеркало за реальную картину местности.

6. Один из наиболее простых и эффективных способов — зажечь «факел» водорода и «облизывать» им кусок льда. Температура поверхности тающего льда — всегда 0 °C, точнее, мало отличается от этого значения. Лёд во время плавления очень эффективно поглощает тепло. В результате непосредственно в зоне горения можно создать область с низкой температурой, где и образуется перекись водорода.

При таянии льда образуется только вода, то есть полученная перекись больше не будет ничем загрязняться.

Заметим, что придумать более эффективный способ охлаждения достаточно трудно — размещение в зоне горения каких-либо охлаждённых до температуры меньше 0° C предметов приведёт к тому, что на них всё равно намёрзнет лёд.

Другой возможный путь решения — уменьшение концентрации кислорода и/или водорода, участвующих в процессе горения (их можно смешать с каким-нибудь газом, не участвующим в химической реакции горения, например, с азотом N_2). Таким образом можно уменьшить температуру пламени (теплота, выделяющаяся при горении, будет расходоваться не только на нагрев участвующих в горении веществ и продуктов горения, но также и на нагревание азота, в результате температура пламени окажется меньше). Также, возможно, избежать распада пероксида водорода можно путём создания неустойчивого режима горения (отдельные возникающие и тухнущие вспышки).

7. Деревья удерживает в вертикальном положении ствол. Если подумать, отчего же водоросли не лежат на дне, то останется единственный разумный вариант — из-за силы Архимеда (то есть средняя плотность растительных тканей водорослей, которые видел Незнайка, меньше плотности воды). Сила Архимеда, действующая только на верхушку, небольшая, поэтому течение без труда эту верхушку наклоняет. А сила натяжения основания стебля должна компенсировать разницу сил Архимеда и тяжести, действующих на всю расположенную в воде часть растения. Эта разница сил направлена вертикально, поэтому, если течению удастся слишком сильно наклонить стебель, его сила натяжения окажется слишком большой (такой, чтобы вертикальная проекция имела нужное значение) и растение будет оторвано. Потому таких растений на дне и нет, а есть только те, что видел Незнайка (Мы считаем, что течение не очень быстрое и подъёмная (или, наоборот, прижимающая) сила течения несущественна. Можно также отметить, что скорость течения около дна обычно меньше, чем у поверхности — хотя это обстоятельство непосредственно не связано с наблюдаемой формой водорослей).

8. Приведём один из возможных вариантов решения.

Для удобства все стороны квадратиков будем называть резисторами. Для искомого сопротивления введём обозначение R. Выберем один из резисторов. Он непосредственно соединён с шестью другими (по 3 соединения с каждым из выводов). Противоположные выводы этих 6 резисторов соединим проводом. Получилась простая изолированная схема из 7 резисторов.

Подключим к выводам первоначально выбранного резистора последовательно соединённые батарейку и амперметр. Очевидно, что возникшие в результате этого токи могут протекать только по указанным семи резисторам и подсоеди-

нённому нами проводу (и не могут «вытечь» за пределы участка схемы, ограниченного этим проводом). Аналогично, никакие внешние токи также не могут попасть внутрь этого участка (провод будет их замыкать).

Таким образом, сопротивление изолированной схемы из 7 резисторов экспериментально определяется как U/I, где I — показания амперметра. С другой стороны, оно равно

$$\frac{R\cdot(2\cdot(R/3))}{R+(2\cdot(R/3))}=\frac{(2/3)R^2}{(5/3)R}=2R/5$$

$$2R/5=U/I$$

$$R=(5/2)U/I$$

9. Рассмотрим две частицы воды: вылетевшую из отверстия, расположенного на расстоянии h_1 от поверхности воды и вылетевшую из отверстия, расположенного на расстоянии h_2 от поверхности воды.

Пусть эти частицы встретились (в точке пересечения струй), времена их нахождения в свободном полёте до момента встречи обозначим через t_1 и t_2 соответственно.

Горизонтальные составляющие скоростей частиц со временем не меняются, а вертикальные — равномерно увеличиваются (ускорение g).

Чтобы частицы встретились, они одновременно должны оказаться и на одинаковом расстоянии от плотины, и на одинаковом расстоянии от поверхности воды. Составим и решим соответствующую систему уравнений.

То есть именно на таком расстоянии от поверхности воды и расположена точка пересечения струй.

$$t_1\sqrt{2gh_1} = t_2\sqrt{2gh_2}; \quad h_1 + \frac{gt_1^2}{2} = h_2 + \frac{gt_2^2}{2}$$

$$t_1\sqrt{h_1} = t_2\sqrt{h_2}; \quad h_1 + \frac{gt_1^2}{2} = h_2 + \frac{gt_2^2}{2}$$

$$t_1^2 h_1 = t_2^2 h_2; \quad h_2 - h_1 = \frac{gt_1^2}{2} - \frac{gt_2^2}{2}$$

$$t_2^2 = t_1^2\frac{h_1}{h_2}; \quad h_2 - h_1 = \frac{g}{2}(t_1^2 - t_2^2)$$

$$t_2^2 = t_1^2\frac{h_1}{h_2}; \quad h_2 - h_1 = \frac{g}{2}\left(t_1^2 - t_1^2\frac{h_1}{h_2}\right)$$

$$h_2 - h_1 = \frac{g}{2}\left(1 - \frac{h_1}{h_2}\right)t_1^2$$

$$h_2 - h_1 = \frac{g}{2}\cdot\frac{h_2 - h_1}{h_2}t_1^2$$

$$t_1^2 = (h_2 - h_1)\frac{2}{g}\cdot\frac{h_2}{h_2 - h_1} = \frac{2h_2}{g}$$

Мы нашли время нахождения в полёте первой частицы. В момент вылета из отверстия она находилась на расстоянии h_1 от поверхности воды, а через время t_1 после этого окажется от поверхности воды на расстоянии

$$H = h_1 + \frac{1}{2}gt_1^2 = h_1 + \frac{1}{2}g\frac{2h_2}{g} = h_1 + h_2$$

Замечание. Формула скорости истечения жидкости из отверстия $v = \sqrt{2gh}$ соответствует идеализированной ситуации. Реально числовой коэффициент зависит от того, как именно устроены потоки жидкости в сосуде рядом с отверстием, что в значительной степени определяется геометрией отверстия, в частности, для одинаковых отверстий эти коэффициенты скорее всего окажутся близкими. Обратите внимание, что в ответ нашей задачи числовые коэффициенты, а также значение ускорения свободного падения g не вошли, то есть величина H от них не зависит.

10. Дело в том, что равномерный водный раствор соли в поле силы тяжести не является устойчивым — соль будет самопроизвольно «сползать» вниз (то есть

после установления равновесия концентрация соли будет возрастать с глубиной). Описанное в задаче устройство использует потенциальную энергию соли, растворённой в океане. Для поддержания работы такого устройства необходимо постоянное перемешивание сливаемой пресной воды с окружающей солёной, и на это необходимо постоянно затрачивать энергию.

В земных морях и океанах перемешивание реализуется, в частности, за счёт течений (на что расходуется энергия солнечного излучения), лунных и солнечных приливов (за счёт кинетической энергии Земли, Луны и Солнца), испарения (в тропических широтах концентрация соли у поверхности может быть выше, чем на глубине, т. к. вода там интенсивно испаряется с поверхности, а соль остаётся в приповерхностных слоях), а также других причин.

Приведённое решение ни в коем случае не является полным описанием ситуации: мы не рассматривали зависимость необходимой разности давлений Δp от концентрации соли, сжимаемость солёной и пресной воды, тепловые эффекты на мембране и многое другое.

КОНКУРС ПО ХИМИИ

Задания

Участникам предлагается решить 2–3 задачи. После номера каждой задачи в скобках указано, каким классам она рекомендуется. Решать задачи не своего класса разрешается, но решение задач для более младшего класса, чем ваш, будет оцениваться меньшим количеством баллов. (На обороте задания были напечатаны для справочных целей таблица Менделеева и таблица растворимости.)

1. (7–8) В результате ядерных реакций атомные ядра под воздействием протонов (p) и нейтронов (n) могут превращаться в ядра других химических элементов. Ядерные реакции могут осуществляться путём бомбардировки ядер ускоренными частицами, в результате получается новое ядро и, как правило, новая лёгкая частица. Например, при взаимодействии атома фтора с нейтроном образуется протон и изотоп кислорода с атомной массой 19. Это можно записать следующим образом: ${}^{19}_{9}\mathrm{F}\ (n,\ p)\ {}^{19}_{8}\mathrm{O}$. Допишите продукты следующих ядерных реакций (вместо вопросительных знаков; α-частица — это ядро атома гелия): а) ${}^{27}_{13}\mathrm{Al}\ (n,\ p)\ ?$; б) ${}^{14}_{7}\mathrm{N}\ (n,\ p)\ ?$; в) ${}^{7}_{3}\mathrm{Li}\ (p,\ n)\ ?$; г) ${}^{63}_{29}\mathrm{Cu}\ (p,\ n)\ ?$; д) ${}^{209}_{83}\mathrm{Bi}\ (\alpha,\ 2n)\ ?$; е) ${}^{241}_{96}\mathrm{Cm}\ (\alpha,\ p)\ ?$.

2. (7–8) Лаборанту необходимо приготовить водный раствор сульфата железа(II) с массовой долей 3,8%. Для этого он взял порцию кристаллогидрата сульфата железа $\mathrm{FeSO_4 \cdot 7H_2O}$ массой 27,8 г. В каком количестве воды следует растворить кристаллогидрат для получения раствора нужной концентрации?

3. Приведите примеры уравнений реакций, соответствующих следующим схемам (не больше трёх реакций на каждую схему):
а) (8–9) кислотный оксид + вода = кислота
б) (8–9) кислотный оксид + основной оксид = соль
в) (8–9) соль + основание = соль + основание

г) (8–9) соль + кислотный оксид = кислая соль
д) (8–9) оксид + простое вещество = оксид
е) (8–9) простое вещество + кислота = соль + простое вещество
ж) (10–11) соль + кислота = соль + кислотный оксид + вода
з) (10–11) амфотерный оксид + простое вещество = кислотный оксид + простое вещество
и) (10–11) простое вещество + кислота = соль + кислотный оксид + вода
к) (10–11) соль + простое вещество = соль + простое вещество
л) (10–11) кислотный оксид + простое вещество = кислотный оксид
м) (10–11) несолеобразующий оксид + простое вещество = кислотный оксид
н) (10–11) простое вещество + гидроксид = соль + соль + вода

4. (8–9) В каком случае можно получить больше кислорода: при разложении 5 г оксида ртути(II), 5 г бертолетовой соли или 5 г перманганата калия?

5. (9–10) При смешении 300 л азота и 600 л водорода в промышленном реакторе выделилось 68,8 кДж тепла. Теплота образования аммиака составляет 46,19 кДж/моль. Найдите максимальную массу 50%-ной азотной кислоты (водный раствор), которую можно получить из произведённого аммиака (для чего разрешается использовать другие вещества, не содержащие азот).

6. (9–11) При небрежном хранении плавиковой (фтористоводородной) кислоты в течение длительного времени в ней неизбежно появляется примесь кремния. Как это можно объяснить? Приведите необходимые уравнения реакций.

7. (10–11) Атом углерода в органических соединениях называют первичным, вторичным, третичным или четвертичным, в зависимости от того, с каким числом соседних углеродных атомов он связан (с одним, двумя, тремя или четырьмя).

В таблице представлены сведения о структуре некоторых алканов.

Алкан	Число первичных атомов	Число вторичных атомов	Число третичных атомов	Число четвертичных атомов
A	4	0	0	1
B	2	3	0	0
C	5	0	1	1
D	?	1	1	0
E	6	0	0	?
F	$2x$	0	x	0

Определите структурные формулы алканов и приведите их названия.

Пояснение: если в таблице стоит знак вопроса (?), это значит, что формулу углеводорода можно вычислить и без этой величины, исходя из значений, приведённых в других ячейках.

8. (10–11) Шведский химик Шееле так описал один свой опыт, выполненный в 1774 г. «Я поместил смесь чёрной магнезии с муриевой кислотой в реторту, к горлышку которой присоединил пузырь, лишённый воздуха, и поставил её на песчаную баню. Пузырь наполнился газом, окрасившим его в жёлтый цвет...

Газ имел жёлто-зелёный цвет, пронзительный запах.» Напишите уравнение реакции, которую провёл Шееле. Какие ещё способы получения этого газа вы знаете?

9. (10–11) Два образца белых порошков массой по 9,0 г растворили в воде, каждый в отдельной колбе. При этом выделилось по 22,4 л горючего газа (н. у.). Анализ полученных водных растворов показал, что это растворы одной и той же щёлочи в количестве 1,00 моль в одной колбе и 1,04 моль — в другой. Что представляют собой исходные порошки? Объясните результаты эксперимента.

Решения задач конкурса по химии

Задачи и решения для конкурса по химии подготовили Софья Владимировна Лущекина и Зинаида Павловна Свитанько.

1. Атомная масса (масса атома) с достаточной точностью пропорциональна общему количеству протонов и нейтронов в ядре атома. Именно это число (суммарное количество протонов и нейтронов) принято записывать вверху слева от обозначения элемента. В каждом случае общее количество протонов и нейтронов до реакции (то есть до запятой, слева) должно быть равно общему количество этих частиц после реакции (после запятой, справа). Так мы легко находим верхние индексы.

В качестве нижнего индекса принято указывать заряд ядра атома (другое название — атомный номер), то есть общее количество протонов в этом ядре (нейтроны не считаются). Количество протонов также не меняется в результате реакции (естественно, также считаются все протоны, как в атомах, так и в участвующих в реакции частицах). Атомный номер получившегося в результате реакции атома также легко вычислить. По этому номеру в таблице Менделеева также находится буквенное обозначение атома.

а) ${}^{27}_{13}\mathrm{Al}\ (n,\ p)\ {}^{27}_{12}\mathrm{Mg}$

б) ${}^{14}_{7}\mathrm{N}\ (n,\ p)\ {}^{14}_{6}\mathrm{C}$

в) ${}^{7}_{3}\mathrm{Li}\ (p,\ n)\ {}^{7}_{4}\mathrm{Be}$

г) ${}^{63}_{29}\mathrm{Cu}\ (p,\ n)\ {}^{63}_{30}\mathrm{Zn}$

д) ${}^{209}_{83}\mathrm{Bi}\ (\alpha,\ 2n)\ {}^{211}_{85}\mathrm{At}$

е) ${}^{241}_{96}\mathrm{Cm}\ (\alpha,\ p)\ {}^{244}_{97}\mathrm{Bk}$

2. Сначала найдём количество сульфата железа (II), взятого лаборантом.

$M(\mathrm{FeSO_4 \cdot 7H_2O}) = 278$ г/моль,

$\nu(\mathrm{FeSO_4}) = \nu(\mathrm{FeSO_4 \cdot 7H_2O}) = 27{,}8/278 = 0{,}1$ моль.

Таким образом в растворе будет содержаться 0,1 моль соли, что составляет 15,2 г ($M(\mathrm{FeSO_4}) = 152$ г/моль).

По условию, эта масса составляет 3,8% всего раствора, значит, масса всего раствора $m_{\text{р-ра}} = 15{,}2 \cdot 100/3{,}8 = 400$ г. Из них 27,8 г составляет масса кристаллогидрата, а 372,2 г — масса воды, которую необходимо взять для приготовления раствора.

3. В этой задаче есть много вариантов решений, приведём только по одному примеру.

а) $SO_3 + H_2O = H_2SO_4$
б) $SO_3 + K_2O = K_2SO_4$
в) $CuSO_4 + 2KOH = K_2SO_4 + Cu(OH)_2$
г) $K_2SO_4 + SO_3 + H_2O = 2KHSO_4$
д) $CO_2 + C = 2CO$
е) $Zn + H_2SO_4 = ZnSO_4 + H_2$
ж) $K_2SO_3 + 2HCl = 2KCl + SO_2 + H_2O$
з) $2Fe_2O_3 + 3C = 4Fe + 3CO_2$
и) $Cu + 2H_2SO_4(\text{конц.}) = CuSO_4 + SO_2 + 2H_2O$
к) $2NaBr + Cl_2 = 2NaCl + Br_2$
л) $2SO_2 + O_2 = 2SO_3$
м) $2CO + O_2 = 2CO_2$
н) $3Cl_2 + 6NaOH = 5NaCl + NaClO_3 + 3H_2O$

4. Указанные вещества разлагаются согласно следующим уравнениям реакции:
$2HgO = 2Hg + O_2$
$2KMnO_4 = K_2MnO_4 + MnO_2 + O_2$
$2KClO_3 = 2KCl + 3O_2$

Рассчитаем количество кислорода, выделившееся в каждой реакции:
$\nu(HgO) = 5/217 = 0{,}023$ моль, $\nu(O_2) = 0{,}0115$ моль
$\nu(KMnO_4) = 5/158 = 0{,}032$ моль, $\nu(O_2) = 0{,}016$ моль
$\nu(KClO_3) = 5/122{,}5 = 0{,}041$ моль, $\nu(O_2) = 0{,}0205$ моль

Получаем, что наибольшее количество кислорода выделится при разложении бертолетовой соли ($KClO_3$).

5. При смешении азота и водорода произошла реакция $N_2 + 3H_2 = 2NH_3$ (в промышленности используется катализатор).

Зная количество выделившегося тепла, найдём количество образовавшегося аммиака, составив пропорцию:

46,19 кДж/моль — теплота образования 1 моль аммиака
68,8 кДж/моль — теплота образования x моль аммиака
$x = 1{,}5$ моль.

Азотная кислота из аммиака получается по реакциям:
$4NH_3 + 5O_2 = 4NO + 6H_2O$
$4NO + 2O_2 = 4NO_2$
$4NO_2 + O_2 + 2H_2O = 4HNO_3$
(мы специально не сокращаем коэффициенты, чтобы было видно, что азотная кислота образуется из аммиака в эквимолярном соотношении). Масса 1,5 моль азотной кислоты составляет 94,5 г. В условии спрашивается масса 50%-ной азотной кислоты, которая равна $94{,}5 \cdot 2 = 189$ г.

6. Для начала нужно выяснить, в какой форме кремний присутствует в плавиковой кислоте.

Известно, что плавиковая кислота легко взаимодействует с диоксидом кремния по уравнению:

$$SiO_2 + 4HF = SiF_4\uparrow + 2H_2O$$

Полученное соединение — газ, хорошо растворимый в плавиковой кислоте с образованием комплексной кремнефтористоводородной кислоты

$$SiF_4 + 2HF = H_2SiF_6$$

В такой форме кремний и содержится в плавиковой кислоте.

Второй вопрос — откуда берётся диоксид кремния? С одной стороны, диоксид кремния является важным компонентом стекла. Именно поэтому плавиковая кислота разъедает стекло, «забирая» оттуда SiO_2 и превращая его в газообразный SiF_4. Однако по этой причине эту кислоту никогда не хранят в стеклянной посуде. «Небрежное хранение», упомянутое в условии, может означать неплотно закрытую крышку или хранение в непригодном помещении, но не в стекле. Откуда же берётся кремний? Чтобы это понять, придётся вспомнить, что в воздухе постоянно присутствует пыль, в которой SiO_2 также является одним из основных компонентов. Плавиковая кислота испаряется, её пары́ взаимодействуют с диоксидом кремния в воздухе, а газообразный продукт частично попадает снова в бутылку, где накапливается, вследствие хорошей растворимости в HF.

При решении задачи многие участники предположили, что кислота хранилась в стеклянной банке, и кремний появился именно оттуда. Такой ответ также оценивался.

7. Во всех случаях данные, указанные в условии, соответствуют одному углеводороду.

A.

2,2-диметилпропан

B.

н-пентан

C.

2,2,3-триметилбутан

D.

2-метилбутан

E.

2,2,3,3-тетраметилпропан

F.

2,3-диметилбутан

8. Жёлто-зелёный газ, полученный Шееле — это хлор. Реакцию его получения можно записать следующим образом.

$$MnO_2 + 4HCl = MnCl_2 + Cl_2\uparrow + 2H_2O$$

В качестве других способов получения хлора можно предложить окисление соляной кислоты или хлорида в кислой среде другим окислителем основе марганца — перманганатом калия.

$$2KMnO_4 + 10KCl + 8H_2SO_4 = 2MnSO_4 + 6K_2SO_4 + 8H_2O + 5Cl_2\uparrow$$

Такой способ применяется в лаборатории. В промышленности хлор получают электролизом водного раствора хлорида натрия.

$$NaCl + H_2O = NaOH + Cl_2\uparrow + H_2\uparrow$$

Газообразный хлор выделяется на аноде. Водород, выделяющийся на катоде, и гидроксид натрия, который образуется в растворе, также являются полезными продуктами.

9. Так как в водном растворе образуется щёлочь, очевидно, что исходные вещества содержат щелочной металл. Поскольку исходного вещества только 9 г, а щёлочи получается один моль (или около того) и газа тоже 1 моль, то этим металлом может быть только литий — самый лёгкий в группе щелочных металлов. По той же причине газ — скорее всего водород.

Можно предположить, что мы имеем дело с гидридом лития LiH. Однако один моль LiH имеет массу 8 г, а в условии 9 г. По-видимому один из порошков представляет собой не гидрид, а дейтерид лития LiD (дейтерий — изотоп водорода ^2H).

Тогда при его растворении в воде протекает реакция:

$$LiD + H_2O = LiOH + HD\uparrow$$

Можно убедиться, что все количественные соотношения, заданные в условии, выполнены: при растворении 9 г дейтерида образуется 22,4 л газа (1 моль) и 1 моль щёлочи.

В случае второго порошка получено столько же газа, однако щёлочи больше. Нетрудно догадаться, что порошок представляет собой смесь 8 г обычного гидрида лития LiH и гидроксида лития LiOH.

Тогда при реакции с водой

$$LiH + H_2O = LiOH + H_2\uparrow$$

действительно получается 1 моль водорода, так как гидрида ровно 1 моль, а примесь гидроксида лития переходит в раствор без выделения газа. Легко проверить, что 1 г LiOH действительно составляет 0,04 моль и таким образом, общее количество щёлочи составляет 1,04 моль, что соответствует условию.

КОНКУРС ПО БИОЛОГИИ

Задания

Задания адресованы школьникам всех классов, все выполнять не обязательно — можно выбрать те из них, которые вам по вкусу и по силам.

1. Почему лягушка никогда не пьёт воду? Как различные организмы получают воду и для чего?

2. Почему у одних растений листьев мало и они мелкие, а у других их много и они большие? Приведите примеры растений с разными листьями и объясните, зачем это растению. Как ещё могут изменяться листья у растений?

3. Придумайте примеры организмов, которые, не являясь близкими родственниками, похожи друг на друга. Поясните, в чём это сходство и чем оно вызвано.

4. Какие вы знаете значительные преобразования геологических оболочек Земли, вызванные деятельностью живых организмов?

5. Хищные птицы очень осторожны, и поэтому обычно не уживаются с человеком, т. е. не могут жить в больших городах. Тем не менее, некоторые виды (тетеревятник, перепелятник, пустельга) в последние годы успешно «проникают» в города. Получают ли они преимущества от того, что смогли закрепиться в городских условиях и гнездиться здесь, и какие?

6. В последнее время в связи с активным воздействием человека на природу учёные подробно изучают распространение заносных видов растений (т. е. видов, которые переселяются в новые места за счёт человеческой деятельности). При этом на разных территориях в Средней России выяснили, что большинство растений распространилось с юга на север — в естественных условиях, как правило, эти виды встречаются на более южных территориях. Обратный случай, когда растения проникают с севера на юг, наблюдался всего 1–2 раза. Чем может объясняться, что растения довольно легко могут переселяться с юга на север и не способны — с севера на юг?

7. Лососевые рыбы обычно погибают сразу после нереста. Похожая ситуация наблюдается у многих позвоночных животных — после прекращения размножения они живут недолго. Однако у орангутанов старые, неразмножающиеся самцы не

только живут со своими семейными группами ещё долгое время, но продолжают оставаться их вожаками. Почему же у большинства позвоночных животных сложилось описанное выше положение, и почему орангутаны представляют собой исключение?

8. Известно, что многие организмы могут обмениваться генетической информацией. Зачем, по вашему мнению, это может быть нужно? Какими способами может происходить этот обмен у разных организмов? Приведите примеры.

Ответы на вопросы конкурса по биологии

1. *Почему лягушка никогда не пьёт воду? Как различные организмы получают воду и для чего?*

Лягушка принадлежит к классу Земноводных животных. Это первая группа позвоночных, вышедшая на сушу; однако по многим признакам она всё же является промежуточной между водными и наземными организмами. Иными словами, большинство земноводных не может существовать и размножаться в среде без водоёмов.

Так, лягушка откладывает икру только в воду; головастики живут и развиваются только в воде, и лишь на заключительных стадиях развития (когда лёгкие полностью сформированы) могут выходить на сушу.

Кроме того, кожные покровы лягушки очень тонкие, кожа всегда влажная — значительная часть газообмена проходит именно через кожу. Через неё же лягушка впитывает необходимое ей количество воды. Поэтому лягушке не требуется дополнительно пить воду; кроме того, ротовая полость лягушки участвует в нагнетании воздуха в лёгкие, и попавшая туда вода может проникнуть в лёгкие, что, естественно, вредно.

Животные, как правило, получают воду с помощью пищеварительной системы или же через покровы. Наземные растения получают воду с помощью корней, поглощая её за счёт сложных насосных механизмов особой всасывающей тканью — ризодермой[1]. Лишь немногие из них поглощают воду непосредственно поверхностью (особенно характерно это для мхов). Для водорослей же поглощение поверхностью — основной способ получения воды. Грибы тоже поглощают воду через стенки мицелия из почвы или другого субстрата, в котором они живут. Различные одноклеточные организмы получают воду через плазматическую мембрану (поверхность тела).

Вода является необходимым компонентом внутренней среды любых живых существ и выполняет множество функций.

Вода является незаменимым растворителем. В воде проходит большинство метаболических и других реакций, в части этих реакций она участвует сама в качестве реагента или продукта.

Вода участвует в поддержании температуры многих организмов. Особенно важна эта функция у теплокровных животных, которые при перегреве используют испарение для понижения температуры тела. Однако и другие организмы

[1]У многих растений имеются другие типы всасывающих тканей; возможно также получение воды от симбиотических грибов и некоторые другие механизмы.

могут пользоваться подобным механизмом, например, растения. Кроме того, за счёт высокой теплопроводности вода обеспечивает равномерное распределение тепла в организме.

Без воды невозможен транспорт веществ по организму. Вода используется как для перемещения веществ внутри клетки, так и в транспортных системах различных многоклеточных. Достаточно вспомнить кровеносную систему животных и систему транспорта по древесине и лубу у высших растений.

Многие организмы используют воду для опоры и поддержания тела в пространстве. У животных часто встречается так называемый гидроскелет. А у наземных растений тургор (то есть состояние «надутости» водой изнутри) определяет форму клеток и некоторых органов. Мы хорошо замечаем, как меняется, например, форма листа, когда растению не хватает воды, и оно вянет.

Кроме того, вода является смазочным материалом для трущихся поверхностей внутри тела некоторых животных и выполняет ещё ряд специфических функций.

Разумеется, роль воды велика и в качестве внешней среды обитания для многих организмов, однако эти функции воды не являются ответом на вопрос, так как в этом случае воду не нужно поглощать.

К сожалению, многие школьники (в том числе и старших классов!) ограничивались ответом только на первую часть вопроса — про лягушку. А о других организмах и о функциях воды не говорили вовсе. Такой ответ, хотя и оценивался положительно, не мог, разумеется, претендовать на высокий балл.

2. *Почему у одних растений листьев мало и они мелкие, а у других их много и они большие? Приведите примеры растений с разными листьями и объясните, зачем это растению. Как ещё могут изменяться листья у растений?*

В большинстве случаев форма и размеры листа растения связаны с двумя главными факторами: необходимостью поглощать свет и контролировать испарение с поверхности листа. Чем больше площадь листьев, тем больше они поглощают света и тем больше с них испаряется воды.

Большинству растений выгодно поглощать побольше света — чтобы побольше произвести питательных веществ при фотосинтезе. Но слишком большая поверхность приводит к сильному испарению. Большие листья имеют обычно растения, живущие в условиях затенения и повышенной влажности. Например, во влажных тропических лесах.

Вспомните хотя бы известное комнатное растение Монстера.

Если же растение растёт в условиях избытка света и недостатка влаги, то листья у него должны быть маленькими. В крайнем случае, например у кактусов, листья уменьшаются настолько, что функцию фотосинтеза берёт на себя стебель. В других случаях (например, у многих толстянковых) листья становятся маленькими по площади, но толстыми, поскольку в них запасается влага.

Что касается количества листьев, то для растения важно не просто их число, а общая площадь листьев на растении. Именно от неё зависит и фотосинтез, и испарение. Поэтому встречаются и растения, у которых листья крупные, но их мало (например, Виктория регия). Бывают, наоборот, такие, у которых листья

совсем небольшие, но их так много, что общая площадь поверхности получается солидной.

Заметим ещё, что испарение помогает растениям поднимать воду из корней в листья, поэтому высокие деревья обычно имеют крону с достаточно большой общей поверхностью листьев — это помогает им доставлять воду на большую высоту.

В целом каждое растение в процессе эволюции приобретает такую листву, которая, учитывая все факторы среды, близка к оптимальной. Важную роль также играет листовая мозаика, то есть расположение листьев одного растения в пространстве. Они располагаются так, что если посмотреть на них «от солнца», то есть сверху, видно, что они составляют нечто вроде ковра, что обеспечивает максимальное улавливание солнечного света растениями.

Что касается других вариантов изменений листьев на растении, то тут школьникам было дано очень широкое поле, где они могли показать свои знания.

Можно было говорить о форме листьев, об их цвете, расположении на растении и т. п., а можно было приводить примеры различных видоизменений листьев, связанных с выполнением каких-то специфических функций. Например, упомянуть усы гороха, служащие органами прикрепления, ловчий лист росянки, колючки барбариса и др. Их вид и строение связаны с условиями существования и жизнедеятельностью данных растений.

К сожалению, очень немногие в своих ответах воспользовались этой возможностью заработать дополнительные баллы. А жаль!

3. *Придумайте примеры организмов, которые, не являясь близкими родственниками, похожи друг на друга. Поясните, в чём это сходство и чем оно вызвано.*

Ответов на этот вопрос может быть много.

Современные виды очень хорошо приспособлены к окружающей среде. Зачастую некоторые приспособления схожи у представителей разных отрядов, классов и даже типов. Организмы, схожие по внешнему виду, встречаются и среди представителей разных царств, причём сходный внешний вид часто необходим им для достижения одной и той же цели.

Хорошими примерами являются, например, акула и дельфин. Это представители двух разных классов типа Хордовые — класс Млекопитающие и класс Хрящевые рыбы. У обоих имеется продолговатое обтекаемое тело, плавники; схожее внешнее строение головы и расположение частей тела друг относительно друга. Оба живут в воде и питаются морской пищей. Однако анатомически они устроены совсем по-разному — так, дельфин дышит лёгкими, а акула — жабрами; сердце дельфина четырёхкамерное, разделение венозной и артериальной крови полное, уровень обмена веществ высокий и он — теплокровное животное; акула, напротив, имеет низкий уровень обмена веществ, двухкамерное сердце, слабое разделение крови и холоднокровна. Это лишь несколько примеров огромного различия этих животных.

Кактус, морской ёж и ёж — тоже в некотором роде схожие внешне организмы, главным образом за счёт колючек; колючки их совершенно разной природы — у кактуса это видоизмененные листья, у морского ежа — производ-

ные скелета, у «обычного» ежа — производные эпидермиса. Тем не менее, они несколько схожи и служат для одной и той же цели — защиты от врагов. У кактуса это не единственная цель, видоизмененные листья служат и для предотвращения испарения воды; однако защитная функция тоже немаловажна. Кактус — представитель царства Растения, а ежи — царства Животные, однако морской ёж относиться к типу Иглокожих, а обычный ёж — к типу Хордовых.

Угорь и змея имеют продолговатое округлое в поперечнике тело. Они передвигаются по земле, извиваясь и скользя. У змей это обычный способ передвижения; угрю он необходим для пересечения суши во время сезонных миграций — в другое время он плавает в воде, как и остальные представители класса Костных Рыб. Змеи же относятся к классу Рептилий.

Аналогичных примеров можно привести множество. Каждый пример, приведённый с объяснениями причин сходства (приспособление к сходным условиям обитания или выполнение сходных функций) оценивался положительным баллом.

Неплохим примером служит также описание случаев мимикрии. Мимикрией называют явление, когда одни организмы (как правило, беззащитные) выглядят сходно с другими, хорошо защищёнными. Классическим примером мимикрии являются мухи-осовидки, которые внешне похожи на ос. При этом птицы боятся склёвывать их, хотя сами мухи не имеют жала.

В некоторых случаях можно говорить и о простой маскировке. Так, палочка и палочник внешне почти идентичны. Палочник маскируется под элемент ветки или стебелька, чтобы стать незаметным и защититься от врагов. В других случаях маскировка нужна, напротив, чтобы потенциальная добыча не заметила маскирующегося хищника. Правда, здесь обычно трудно говорить о сходстве двух конкретных организмов — ведь если крокодил маскируется под гнилую корягу, вряд ли стоит говорить, что он похож на дерево. Однако если подобные примеры приводились с разумными объяснениями, то они тоже оценивались положительно.

4. *Какие вы знаете значительные преобразования геологических оболочек Земли, вызванные деятельностью живых организмов?*

С момента возникновения жизни на Земле организмы непрестанно изменяли окружающую среду. Глобальное влияние живых организмов на геологические оболочки Земли было отмечено русским учёным Владимиром Ивановичем Вернадским, хотя отдельные случаи влияния живого на геологию были замечены и раньше.

Одним из важнейших влияний на нашу планету является то, что живые организмы формируют специфическую оболочку — биосферу, которая располагается в трёх геологических оболочках Земли литосфере (твёрдой), гидросфере (жидкой) и атмосфере (газообразной). При этом они существенно влияют на эти три оболочки.

Формирование биосферы привело к тому, что живые организмы, концентрируя в себе некоторые элементы (называемые биогенными), оттягивают их из общего геологического круговорота и удерживают долгое время, формируя свой

круговорот биогенных веществ. К важнейшим биогенным элементам относятся углерод, водород, кислород, азот, фосфор и др.

Наиболее заметным преобразованием атмосферы явилось возникновение и накопление в ней кислорода за счёт деятельности живых организмов. Это явление было отмечено во многих работах школьников. Определённое влияние живые организмы оказывают и на накопление азота. Многие школьники знают также, что накопление кислорода привело к формированию озонового экрана, защищающего Землю от жёсткого ультрафиолетового излучения, что позволило живым организмам выселиться из воды на сушу.

В литосфере деятельность живых организмов приводит к появлению меловых отложений и некоторых других осадочных пород. Наиболее известны породы, состоящие из карбоната кальция $CaCO_3$, который откладывается в результате отмирания простейших и некоторых беспозвоночных, в состав скелета которых входит. А накопление извести коралловыми полипами приводит к образованию целых островов, рифов и атоллов.

При определённых условиях не происходит полное разложение тел живых организмов, что приводит к отложению в литосфере каменного и бурого угля, газа и нефти.

На поверхности суши на границе трёх геологических оболочек возникла почва, существование которой невозможно без деятельности живых организмов.

Заселение суши живыми организмами вызвало не только появление почвы, но и ряд других серьёзных изменений. Они изменили водный режим суши. Значительные количества воды были вынесены на сушу в телах сухопутных организмов, кроме того, испарение из тел расширило круговорот воды по всей суше и повлияло на возникновение рек и озёр. А закрепление грунта корнями растений способствовало формированию береговой линии водоёмов.

Население суши препятствует выветриванию и тем самым приостанавливает эрозию земной коры. При этом фильтруются воды, стекающие с суши в море, что приводит к увеличению прозрачности в верхних слоях Мирового океана (гидросферы).

Большей частью геологических преобразований на Земле мы обязаны деятельности микроорганизмов. Значительный вклад внесли и растения. А в последние примерно двести лет существенное влияние на геологические оболочки Земли стал оказывать человек.

К подобным преобразованиям можно отнести осушение болот, образование пустынь за счёт выгула скота, изменения различных ландшафтов, в частности, горных массивов — т. е. создание шахт, карьеров и пр. А также такие процессы, как разрушение озонового экрана, ускорение накопления углекислого газа в атмосфере за счёт сжигания ископаемого топлива и ускорение протекания круговорота фосфора, которое истощает наземные запасы этого элемента.

В работах школьников были упомянуты многие из приведённых выше примеров влияния живого на геологические оболочки Земли, хотя мало кто из ребят ответил на вопрос достаточно полно.

5. *Хищные птицы очень осторожны, и поэтому обычно не уживаются с человеком, т. е. не могут жить в больших городах. Тем не менее, некоторые*

виды (тетеревятник, перепелятник, пустельга) в последние годы успешно «проникают» в города. Получают ли они преимущества от того, что смогли закрепиться в городских условиях и гнездиться здесь, и какие?

В целом преимущества в биологии принято измерять увеличением общего числа особей конкретного вида. Для проникающих в город хищных птиц преимущества выражаются в том, что они таким образом занимают ранее недоступные им места, так что общее число размножающихся пар этих видов растёт и число выращенных за год молодых тоже увеличивается.

Но это — в целом, если мы рассматриваем всю мировую популяцию тетеревятника, перепелятника или пустельги. Для тех же птиц, которые, собственно, и вселяются в город, условия здесь в чем-то лучше, чем в природных сообществах, а в чем-то и хуже.

Лучше — по нескольким параметрам:

а) Потому что те из них, кто избавился от страха перед человеком или непривычным окружением, уходят таким образом от конкуренции со своими сородичами за охотничьи и гнездовые участки.

б) Потому что в городе (по крайней мере — в Москве) у тех из них, кто охотится на птиц (тетеревятник и перепелятник), появляется стабильная кормовая база в виде воробьёв, голубей и (зимой) мелких птиц около кормушек.

в) Может быть ещё и потому, что для пустельги, гнездящейся в укрытиях (закрытые ниши в зданиях, чердаки, вентиляционные отверстия под крышами и т. п.) в городе много мест для размещения гнёзд.

Хуже — тоже по нескольким причинам:

а) Из-за высокой численности врановых (ворон, сорок, грачей, галок), которые угрожают и птицам (пустельга, перепелятник), и их гнёздам (тоже в основном 2 упомянутых вида, но если человек спугнул с гнезда тетеревятника, то врановые птицы могут разорить и его кладку). Да к тому же врановые мешают хищникам охотиться.

б) Потому что молодые, покинув гнездо, в городской обстановке подвержены гораздо большему риску, чем в природных условиях.

в) Потому что люди действительно беспокоят их у гнёзд или даже прямо вредят хищным птицам (отлов взрослых, сбор птенцов в гнёздах, ремонт зданий и т. п.).

г) Потому что для пустельги, охотящейся на открытых местах на мышевидных грызунов, в городе мало пригодных для охоты мест.

Так что «общий выигрыш» оказывается, очевидно, небольшим. Впрочем, вопрос ясен не до конца и требует изучения.

6. *В последнее время в связи с активным воздействием человека на природу учёные подробно изучают распространение заносных видов растений (т. е. видов, которые переселяются в новые места за счёт человеческой деятельности). При этом на разных территориях в Средней России выяснили, что большинство растений распространилось с юга на север — в естественных условиях, как правило, эти виды встречаются на более южных территориях. Обратный случай, когда растения проникают с севера на юг,*

наблюдался всего 1–2 раза. Чем может объясняться, что растения довольно легко могут переселяться с юга на север и не способны — с севера на юг?

Окончательно и однозначно решить, почему южные виды растений проникают с юга на север как заносные виды, а северные не распространяются на юг, нельзя. Но можно выделить следующие факторы, которые на это влияют.

1. Большинство заносных видов внедряются не в естественные, сложившиеся сообщества, а растут по нарушенным местам: обочинам и откосам дорог, железнодорожным насыпям, залежам (на месте полей) или по освобождающимся каждый год отмелям рек. В этих местообитаниях «моделируются» более южные, а не более северные условия произрастания.

а) Наличие свободного грунта, куда могут попасть и быстро прорасти семена, вырасти и дать новые семена в течение сезона. Дело в том, что южные растения чаще размножаются и захватывают новую территорию семенами — например, эфемеры степей и полупустынь, однолетники. У северных чаще преобладает вегетативное размножение, они, как правило, многолетники (см. ниже). А многолетникам труднее быстро захватывать свободные земли.

б) Засолёность, которая возникает по железным дорогами и в городах после обработки почвы химикатами. Поэтому растения южных засолённых мест находят себе здесь подходящие условия. На севере, за исключением побережья северных морей, где вообще очень специфическая флора, засолённых почв нет. А на юге солончаки встречаются гораздо чаще, а, значит, есть и приспособленные к ним растения.

в) По песчаным и щебёночным насыпям возникает некоторый локальный недостаток воды. А сухие условия произрастания тоже характерны в основном для южных районов.

2. Северные виды хорошо приспособлены к своим условиям существования: относительному избытку воды, недостатку света и тепла. При недостатке солнечной энергии они, как правило, растут очень медленно, являются многолетниками, многие из них — даже вечнозелёные (брусника и пр.). Они привыкли к недостатку питательных веществ в почве, но не выдерживают конкуренции с быстро растущими южными видами — **они выносливы, но не конкурентоспособны**.

Южные виды не испытывают недостатка в свете и питательных веществах, зато более жёстко конкурируют друг с другом и имеют приспособления для подавления окружающих видов, в первую очередь, для быстрого захвата новой территории.

Большинство северных видов, к тому же, прорастает и даёт семена в зависимости не от количества тепла, а от длины светового дня. При необходимой для северных растений длине дня все свободные для прорастания места на юге уже заняты. Южные же многолетние виды, если они выросли, допустим, при аномально тёплой весне, нередко не могут дать зрелые семена в обычные годы, но, перезимовав в течении ряда неблагоприятных лет с помощью подземных органов, иногда могут вызреть и распространиться дальше в особенно тёплую осень.

Эта идея присутствовала во многих работах и обсуждалась с разных сторон.

3. Так как северные территории в историческое время (когда уже формировалась современная флора) были заняты ледником, и, по мере освобождения, заселение их осуществлялось из краевых популяций широко распространённых видов, нередко генетическое разнообразие северных популяций сравнительно обеднено (эффект близкородственного скрещивания и широкого распространения вегетативного размножения у растений). Южные же группы сравнительно древнее и более разнообразны в генетическом отношении, следовательно, имеют больше возможностей для приобретения новых свойств, позволяющих освоить новые ниши.

Для иллюстрации этого тезиса можно привести следующий пример. Сотрудники Главного ботанического сада им. Н. В. Цицина РАН А. К. Скворцов и Л. А. Крамаренко занимались акклиматизацией абрикосов на широте Москвы. Попытки прорастить семена из наиболее северных популяций абрикоса удавались плохо. Тогда они собрали материал из наиболее благоприятных для этого вида районов, где он широко распространён (в Киргизии). Среди этих (генетически разнообразных) особей нашлись экземпляры, из которых получилось вывести сорта, способные расти и давать плоды в Москве.

Эта идея не обсуждалась школьниками, но к ней, наверное, близка мысль, высказанная во многих работах, о глобальном потеплении в целом, создающем более благоприятные условия именно для южных видов. Видимо, если рассматривать глобальное потепление, не в последние десять-двадцать лет, а со времени ледникового периода, этот фактор, безусловно, имеет место.

4. Не последнее место имеет и направление миграций распространителей семян и плодов. Весной и в начале лета большинство перелётных птиц, кочевых млекопитающих направляется с юга на север. Да и ветер дует с юга. Перевозки посадочного материала человеком, осуществляемые весной, тоже, как правило, идут в северном направлении. А осенью уже не сезон для размножения растений.

Эта мысль тоже присутствовала в некоторых работах.

7. *Лососевые рыбы обычно погибают сразу после нереста. Похожая ситуация наблюдается у многих позвоночных животных — после прекращения размножения они живут недолго. Однако у орангутанов старые, неразмножающиеся самцы не только живут со своими семейными группами ещё долгое время, но продолжают оставаться их вожаками. Почему же у большинства позвоночных животных сложилось описанное выше положение, и почему орангутаны представляют собой исключение?*

Существует представление о том, что процесс размножения конкретного вида — это конкуренция отдельных генотипов, в результате которой «победитель», т. е. более хороший, ценный генотип воспроизводит себя во всё большем числе. В таком случае животное, уже не способное эффективно участвовать в размножении, становится «бесполезной» формой существования своего генотипа. Естественный отбор не имеет механизмов контроля качества данной особи, если она уже не размножается, и не поддерживает передачи следующим поколением генов, которые, образно говоря, «поддерживают благополучную старость». Поэтому те, кто перестаёт размножаться, быстро умирает — тем самым избавляя

молодое поколение от «лишнего рта» — то есть, снижая конкуренцию за пищу, укрытия и т. п. Это типичная для большинства животных картина.

Однако у орангутанов, как и у некоторых других животных, ведущих групповой образ жизни (например — у муравьев), «старики» оказываются ценными членами общества, поскольку их опыт и знания (территории, годового хода погодных изменений, мест кормёжки, повадок хищников и др.) повышают выживаемость всей группы. А значит — и их собственных потомков (важно поэтому, что такая группа должна включать их в семью). Те, кто лучше руководят семейной группой, добиваются лучших условий жизни для своих родичей, следовательно — успешной передачи своего генотипа следующим поколениям. То есть имеется механизм, который позволяет естественному отбору поддерживать такую ситуацию.

8. *Известно, что многие организмы могут обмениваться генетической информацией. Зачем, по вашему мнению, это может быть нужно? Какими способами может происходить этот обмен у разных организмов? Приведите примеры.*

Этот вопрос был рассчитан в первую очередь на школьников старших классов, которым знакомо понятие «генетическая информация». Однако среди младших ребят встречались те, кто вполне понимал значение этого термина. Это неудивительно, поскольку сейчас это понятие становится всё более широко известным и в некоторых учебниках вводится уже с 6 класса.

Приведём определение из энциклопедии:

ГЕНЕТИЧЕСКАЯ ИНФОРМАЦИЯ — это получаемая от предков и заложенная в наследственных структурах (генах) программа развития организма. Генетическая информация определяет все наследственные свойства организма, однако их проявление зависит ещё и от влияния окружающей среды.

В связи с этим понятно, что информация, например, о том, где в данный момент найти много пищи — не является генетической. И рассказ о том, как муравьи или пчёлы обмениваются подобными сведениями, хотя и интересен, но не имеет отношения к ответу на вопрос.

Зачем же организмам может понадобиться обмениваться генетической информацией? На этот вопрос можно ответить, если вспомнить, что большинство организмов постоянно вынуждены бороться за своё существование. А те свойства и способности, которые организмы проявляют в этой борьбе, определяются имеющейся у них генетической информацией.

Разные организмы (даже внутри одного вида) обладают разной генетической информацией. А значит, проявляют разные свойства и способности в борьбе за жизнь. Причём, как правило, какое свойство полезно для выживания, а какое — вредно, определяется только конкретными условиями. Классический пример: заяц в белом наряде хорошо маскируется на фоне снега, но если снега нет — становится лёгкой добычей хищников.

Условия жизни редко бывают постоянными, поэтому, если говорить о выживании не одного организма, а вида в целом, в наиболее выигрышном положении оказываются те виды, особи которых разнообразны по своим свойствам. А для этого надо, чтобы они обладали разнообразной генетической информаци-

ей. Главным источником этого разнообразия у большинства организмов является половое размножение, при котором два родителя обычно передают каждому потомку половину своих генов. И потомок получается в чём-то похож на «маму», а в чём-то — на «папу». Другой потомок тех же родителей получит от «мамы» с «папой» уже другие гены — все потомки будут разными, и можно надеяться, что при любых условиях найдутся такие, которые выживут.

Той же цели — увеличению разнообразия организмов внутри вида — служат и разные способы обмена генетической информацией.

Собственно половое размножение многоклеточных организмов не является **обменом** генами в строгом смысле. Ведь при этом родители не меняются генами, а просто передают разные гены потомству. Но если школьники в своих ответах говорили о роли полового размножения в повышении разнообразия и выживаемости вида, то этот ответ засчитывался как разумный.

Обмен же генетической информацией характерен и для тех организмов, которые не размножаются половым путём. Поэтому им нужны другие способы повышения генетического разнообразия популяции.

Способы обмена. Наиболее часто встречающимся примером, упомянутым школьниками, являлся *половой процесс у инфузорий*. При этом две особи конъюгируют (строят цитоплазматический мостик между клетками) и обмениваются ядрами. Размножения при этом не происходит, но после окончания конъюгации каждая инфузория обладает новым генетическим материалом.

Большинство других примеров относятся к бактериям. Этим организмам половое размножение в принципе не свойственно (в этом случае обычно используется термин половое воспроизведение).

Половой процесс у бактерий тоже называют конъюгацией, хотя при этом между клетками не образуется широкий цитоплазматический мостик, а цитоплазма двух клеток сообщается через тонкий канал внутри так называемого пиля (который выглядит как волосок, соединяющий две клетки). Через этот канал из одной клетки в другую передаётся генетический материал. При этом процесс передачи идёт только в одну сторону. Одна клетка получает новые гены, а другая остаётся «при своих». Размножения при этом, как и у инфузорий, не происходит.

Ещё одна особенность бактериальных клеток — они могут относительно легко поглощать ДНК (вещество, из которого состоят гены большинства организмов) прямо из окружающей среды. При этом поглощённые гены часто могут функционировать в новой клетке. Как правило, ДНК оказывается в окружающей среде после смерти бактерии, которой она принадлежала. А поглотить её может любая бактерия, не обязательно того же вида. Таким образом гены могут распространяться даже между неродственными бактериями. Особенно часто таким путём передаются маленькие кольцевые молекулы ДНК, называемые плазмидами (это связано с их высокой устойчивостью в окружающей среде). С помощью плазмид, например, распространяются гены устойчивости к лекарствам. Очевидно, какую пользу приносит такой обмен бактериям. А вот для человека такая способность некоторых бактерий совсем не выгодна.

Ещё один способ обмена генетической информацией связан с «помощью» вирусов. В принципе он возможен как для бактерий, так и для клеток эука-

риот, но среди бактерий встречается гораздо чаще. В нём участвуют вирусы, которые способны встраиваться в геном клетки-хозяина, а потом выходить из него, формируя новые вирусные частицы и заражая новые клетки. При этом как правило вирус переносит из клетки в клетку только свои гены, но иногда может случайно захватить и кусочек генома хозяина. Тогда этот кусочек тоже окажется встроенным в геном новой зараженной клетки. Событие это происходит достаточно редко, однако за долгий период существования видов оно может достаточно заметно повлиять на генетический материал вида-хозяина.

Некоторые школьники пытались изобрести способы обмена генетической информацией, не существующие в природе. Если изобретённый механизм был разумным, такие попытки оценивались положительно.

КОНКУРС ПО ЛИНГВИСТИКЕ

Задачи

Все задания адресованы всем классам, при подведении итогов учитывается класс и сумма баллов по всем заданиям.

1. Даны селькупские числительные и их числовые значения в перепутанном порядке:

sompylasar ɛj šitty, muktyssar ɛj ukkyr, sompylasar ɛj sompyla, šittysar, ukkyr ca muktyssar, šitty ca tɛ̄sar, sompylasar ɛj sel'cy, ukkyr ca tōn

20, 38, 52, 55, 57, 59, 61, 99

Задание. Запишите по-селькупски: 41, 48, 77, 98.
Поясните Ваше решение.

Примечание. c, l', š, ɛ, y — особые звуки селькупского языка; чёрточка над гласной обозначает долготу.

Селькýпский язык относится к самодийской ветви уральской семьи языков; на нём говорят около 2000 человек на северо-востоке Западной Сибири.

2. Даны слова на языке ханис в латинской транскрипции и их переводы на русский язык:

ntuhic	*Я ударил его.*
eʔkiłu:witi:təx	*Ты увидел их.*
ntuhicu:	*Он ударил меня.*
tuhici:təx	*Он ударил их.*
kiłu:wit	*Он увидел его.*
eʔtuhicił	*Они ударили тебя.*
nkiłu:witił	*Они увидели меня.*

Задание 1. Переведите на русский язык:

eʔkiłu:wit, ntuhici:təx

Задание 2. Переведите на язык ханис:

Он увидел тебя.
Он ударил его.

Поясните Ваше решение.

Примечание. ł, x, ʔ, w — особые согласные, ə — особый гласный звук языка ханис; двоеточие после гласной обозначает долготу.

Язык ханис относится к кусанской семье языков. В 1962 году на нём говорило не менее 2 индейцев на западе США.

3. Даны чешские слова и соответствующие им русские:

byt	— *быт*	bitva	— *битва*
druh	— *друг*	trouba	— *труба*
hlíst	— *глист*	bývati	— *бывать*
kvas	— *квас*	dávati	— *давать*
plášt'	— *плащ*	padati	— *падать*
pout'	— *путь*	kroužiti	— *кружить*
soud	— *суд*	lízati	— *лизать*
štít	— *щит*	mučiti	— *мучить*
vid	— *вид*	mysliti	— *мыслить*
žar	— *жар*		

Задание. Переведите на чешский язык: *чиж*, *зуб*, *бык*, *кусать*.

Примечание. Знак ´ означает долготу гласной (над буквой i он ставится вместо точки), знак ' — мягкость предшествующей согласной.

4. Приведены фрагменты фраз на коми-зырянском языке с русским переводом:

пöчлöн вок	— *брат бабушки*
чожлысь гöтырсö	— *жену дяди*
унайлысь пилысь	— *сына зятя*
нывлöн вöрöслöн	— *мужа дочери*
пöльлысь воксö	— *брата дедушки*
пöльлöн унай	— *зять дедушки*
воклысь пöльлысь	— *дедушки брата*
воклöн унайлöн	— *зятя брата*

Задание. Переведите на коми-зырянский язык словосочетания:

муж бабушки, *дочь дяди*, *сына жены*, *дядю жены сына*.

Если Вы считаете, что какое-либо словосочетание можно перевести на русский язык более чем одним способом, приведите их все и объясните различие между ними.

Примечание. Буквой ö обозначается особый гласный звук коми-зырянского языка.

Коми-зырянский язык относится к пермской группе уральской языковой семьи. На нём говорит более 300 тыс. человек в республике Коми, Ямало-Ненецком и Ханты-Мансийском автономных округах и в Мурманской области.

Решения задач конкурса по лингвистике

Задачи по лингвистике и их решения подготовлены оргкомитетом Московской открытой Традиционной олимпиады по лингвистике и математике, организуемой совместно Институтом лингвистики РГГУ и Отделением теоретической и прикладной лингвистики МГУ.

1. (автор С. А. Бурлак)

Установим сначала соответствия между селькупскими числительными и их числовыми значениями. Все приведённые в задаче селькупские числительные состоят из трёх слов; единственное исключение — *šittysar*; можно предположить, что это 20 — единственное круглое число среди указанных значений. Можно также выделить ряд пар селькупских слов, различающихся наличием/отсутствием суффикса *-sar*: *sompyla* — *sompylasar*, *šitty* — *šittysar*. Разумно предположить, что слова с *-sar* обозначают десятки, а слова без *-sar* — единицы. Отсюда сразу делается понятно, что *sompylasar εj sompyla* — 55, *sompylasar εj šitty* — 52, а слово *εj* обозначает сложение.

Рассмотрим теперь два числительных:
muktyssar εj ukkyr и *ukkyr ca muktyssar*.
Они содержат одинаковое количество десятков и единиц, но чем-то различаются. Здесь можно обратить внимание на то, что среди числовых значений есть два числа, которые можно представить похожим образом: $61 = 61 + 1$ и $59 = 60 - 1$. Если сопоставить этим числам наши числительные, то получится, что *mukty* — 6, *ukkyr* — 1, *ca* — вычитание.

Теперь легко установить числовые значения оставшихся слов: *šitty ca tε̄sar* — 38, откуда *tε̄* — 4, *ukkyr ca tōn* — 99, откуда *tōn* — 100, *sompylasar εj sel'cy* — 57.

Таким образом, числительные селькупского языка устроены так: если количество единиц — от 1 до 7, то они прибавляются к предыдущему десятку, как и по-русски; если же единиц 8 или 9, то тогда из *следующего* десятка вычитается, соответственно, 2 или 1. При этом прибавляемые единицы следуют за обозначением десятка, а вычитаемые — перед ним.

Ответ: 41 — *tε̄sar εj ukkyr*, 48 — *šitty ca sompylasar*, 77 — *sel'cysar εj sel'cy*, 98 — *šitty ca tōn*.

2. (автор П. М. Аркадьев)

Видно, что слова языка ханис соответствуют полным предложениям русского языка, содержащим подлежащее и дополнение. Сразу можно легко выделить корни: *tuhic* 'ударил', *kiłu:wit* 'увидел'. При этом корень без каких-либо префиксов или суффиксов также переводится целым предложением — 'он увидел его'. Но в остальных случаях подлежащее и дополнение выражаются при помощи «местоименных» префиксов и суффиксов; при этом наличие в глаголе того или иного префикса не указывает однозначно на грамматическую роль лица в предложении: *n-* 'я/меня', *eʔ-* 'ты/тебя'. Если 1-е или 2-е л. — подлежащее, то при дополнении — 3-ем л. ед. ч. к глаголу больше ничего не присоединяется, а при дополнении — 3-ем л. мн. ч. появляется суффикс *-i:təx*. Если же

3-е л. — подлежащее, а 1-е или 2-е — дополнение, то префиксы остаются теми же, зато появляются суффиксы: *-ił*, если подлежащее — 3-е л. мн. ч., *-u:*, если подлежащее — 3-е л. ед. ч. Следует ещё раз заметить, что когда и подлежащее, и дополнение — 3-е лицо, никаких суффиксов у глагола нет (т. е. неверно считать, что *-u:* — суффикс 3-го л. ед. ч. подлежащего; он обозначает скорее, что '3-е л. ед. ч. действует на 1-е/2-е л.').

Ответ: *eʔkiłu:wit* 'ты увидел его', *ntuhici:təx* 'я ударил их';
'он увидел тебя' — *eʔkiłu:witu:*, 'он ударил его' — *tuhic*.

3. (автор А. А. Зализняк)

Поскольку в задании требуется перевести русские слова на чешский, попытаемся составить правила, обеспечивающие переход (на буквенном уровне) от русских слов, содержащихся в основном материале задачи, к чешским.

С согласными всё просто: русским *б, в, г, д, ж, з, к, л, м, п, р, с, т, ч* соответствуют чешские b, v, h, d, ž, z, k, l, m, p, r, s, t, č; русскому *щ* соответствует št в начале слова (štít) и št' в конце слова (plášt'); русскому конечному *ть* соответствует t' в существительном (pout'), но ti в инфинитивах глаголов.

С гласными сложнее: каждой русской гласной соответствует две чешских — краткая и долгая; при этом, однако, для чешского u в роли долгого варианта выступает не ú, а ou. Каково же правило их распределения?

Рассмотрим вначале столбец неодносложных слов. Замечаем, что долгие чешские гласные (и ou) встречаются только в первом слоге. Они представлены в словах: trouba, bývati, dávati, kroužiti, lízati. В остальных словах этого столбца все гласные краткие: bitva, padati, mučiti, mysliti. Чем же различаются их русские соответствия? Прочтём переводы первой и второй группы вслух, и сразу станет понятно: разница в ударении! Ср. *труба́, быва́ть, дава́ть, кружи́ть, лиза́ть* и *би́тва, па́дать, му́чить, мы́слить*. Таким образом, для слов второго столбца верно, что в чешском слове долгота появляется в некотором слоге тогда и только тогда, когда в соответствующем русском слове ударение падает на один слог правее. Грубо говоря, чешская долгота соответствует русской предударности.

К сожалению, ситуация в первом столбце указанному правилу не подчиняется. Здесь представлены только односложные словоформы (т. е. совершенно одинаковые в смысле ударения), между тем различаются, как и во втором столбце, с одной стороны, hlíst, plášt', pout', soud, štít (с долгими гласными), с другой — byt, druh, kvas, vid, žar (с краткими). В чём же причина этого различия в данном случае? Коль скоро в примерах второго столбца разгадка основана на обращении к русскому ударению, нельзя ли попытаться и здесь найти какие-то различия, связанные с ударением? Но тогда, конечно, необходимо как-то выйти за рамки односложных словоформ. Задача немедленно решается, как только мы попробуем, например, просклонять рассматриваемые слова. В первой группе мы видим в родительном падеже: *глиста́, плаща́, пути́, суда́, щита́*, а во второй — *бы́та, дру́га, ква́са, ви́да, жа́ра*.

Становится понятно, что здесь действует в сущности то же самое правило, что и для примеров из второго столбца. Только мы должны теперь дополнить

его указанием о том, что у русских существительных с односложной основой для проверки должна использоваться словоформа с ненулевым окончанием (например, родительный падеж единственного числа).

Теперь мы уже можем выполнить задание.

Ответ:
чиж — číž (ср. *чижá*);
зуб — zub (ср. *зýба*);
бык — býk (ср. *быкá*);
кусать — kousati (поскольку ударение здесь *кусáть*).

4. (автор Д. А. Паперно)

Сравнивая сочетания на коми-зырянском языке между собой, легко убедиться в том, что порядок слов в них обратен русскому — сначала следует определение, затем определяемое. Лексические соответствия также устанавливаются просто: *пöч* ‘бабушка’, *вок* ‘брат’, *чож* ‘дядя’, *гöтыр* ‘жена’, *унай* ‘зять’, *пи* ‘сын’, *ныв* ‘дочь’, *вöрöс* ‘муж’, *пöль* ‘дедушка’. Сложнее с грамматическими показателями. Можно выделить следующие суффиксы коми-зырянского языка: нулевой (соответствует русскому именительному падежу), *-лысь*, *-лöн*, *-сö*. Сложность возникает в определении того, чтó эти суффиксы значат. Для этого нужно сначала обратить внимание на то, что некоторые русские переводы на самом деле неоднозначны: например, словосочетание *мужа дочери* можно понять и как стоящее в винительном падеже (*я вижу мужа дочери*), и как стоящее в родительном (*дом мужа дочери*). Следовательно, для того, чтобы понять, чтó значат суффиксы коми-зырянского языка, необходимо сначала смотреть на однозначные переводы, такие как, например, *жену дяди* (вин. п.). Теперь делается понятно, что *-сö* — винительный падеж. Однако русскому родительному падежу в коми-зырянском соответствуют два падежа: с суффиксом *-лысь* и с суффиксом *-лöн*. Отчего зависит выбор между ними? Очевидно, что выбор суффикса не зависит от основы: возможно и *воклöн*, и *воклысь*. Можно заметить, однако, что выбор падежа определения зависит от падежа определяемого (своего рода согласование): если на определяемом *-лысь* или *-сö*, то на определении *-лысь*; если же на определяемом *-лöн* или нулевой суффикс, то на определении *-лöн*. Но это ещё полдела: необходимо понять, что коль скоро выбор формы родительного падежа определения зависит от падежа определяемого, то это верно не только для сочетаний, приведённых в задаче, но и для тех сочетаний, частью которых они могут являться (недаром нам сказано, что в условии даны фрагменты фраз!): сочетание *воклысь пöльлысь* само по себе может зависеть от какого-то другого слова, падеж которого требует суффикса *-лысь* на слове *пöль* ‘дедушка’, которое в свою очередь «навязывает» такой же суффикс своему определению.

Ответ: муж бабушки — *пöчлöн вöрöс*; дочь дяди — *чожлöн ныв*, если *дочь* — именительный падеж (*пришла дочь дяди*) или *чожлысь нывсö*, если *дочь* — винительный падеж (*я вижу дочь дяди*); сына жены — *гöтырлысь писö*, если *сына* — винительный падеж (*я вижу сына жены*); *гöтырлысь пилысь*, если *сына* — родительный падеж, определяющий слово, стоящее, например, в винитель-

ном падеже (*я вижу дом сына жены*); *гöтырлöн пилöн*, если *сына* — родительный падеж, определяющий слово, стоящее, например, в именительном падеже (*пришёл друг сына жены*); дядю жены сына — *пилысь гöтырлысь чожсö* (только один вариант, потому что главное слово словосочетания — *дядю* — может быть понято лишь как стоящее в винительном падеже).

КОНКУРС ПО ЛИТЕРАТУРЕ

Задания

Все задания адресованы школьникам всех классов. Необязательно пытаться хоть что-нибудь сказать по каждому вопросу — лучше как можно более обстоятельно выполнить одно задание или ответить только на понятные и посильные вопросы в каждом задании.

1. *Одна из поэм, написанных в XIX веке, начинается словами:*

Четырёхстопный ямб мне надоел:
Им пишет всякий. Мальчикам в забаву
Пора б его оставить. Я хотел
Давным-давно приняться за октаву.
А в самом деле: я бы совладел
С тройным созвучием. Пущусь на славу!
Ведь рифмы запросто со мной живут;
Две придут сами, третью приведут.

Что такое «октава»? Какое свойство октавы названо в отрывке, написанном октавой? Откуда этот отрывок и кто его автор? Какие вы знаете упоминания об октавах и произведения, написанные октавой? Сочините свою октаву.

2. *Герой повести Л. Н. Толстого «Детство» Николенька Иртеньев, роясь в бумагах своего учителя немца Карла Ивановича, обнаружил стихотворение, «принадлежащее, должно быть, собственно его перу»:*

Помните близко,
Помните далеко,
Помните моего
Еще отнине и до всегда,
Помните еще до моего гроба,
Как верен я любить имею.

Как характеризуют Карла Ивановича эти написанные им стихи? В каких ещё произведениях для детей или взрослых есть персонажи, которые сочиняют стихи (или художественную прозу — рассказы, романы и проч.) и их сочинение пересказывается, цитируется или приводится целиком? Назовите как можно больше таких произведений. Зачем, как вы думаете, это нужно писателям? (Рассмотрите каждый случай отдельно).

3. *В мировой литературе есть множество произведений, где не важно точное место действия — события происходят в городе, деревне, замке с вымышленным названием или вовсе без названия. Но есть и такие, в которых содержание и идея, а нередко и название или подзаголовок тесно связаны с каким-либо конкретным географическим местом. Назовите несколько произведений второго типа и объясните, насколько важно в каждом из них конкретное место действия.*

4. *Даны две группы фраз из литературных произведений:*

1. Арендатор хутора Низы Максим Торчаков, бердянский мещанин, ехал со своей молодой женой из церкви и вёз только что освящённый кулич. (А. П. Чехов, Казак.)

   В семь часов тридцать две минуты утра весёлый солнечный зайчик проскользнул сквозь дырку в шторе и устроился на носу ученика шестого класса Вольки Костылькова. (Л. Лагин, Старик Хоттабыч.)

   В Чегеме у одной деревенской старушки умер муж. (Ф. Искандер, Жил старик со своею старушкой.)

   Валентин, механизатор (по прозвищу Пан Зюзя), очнулся утром и начал вспоминать, какой сегодня день. (В. Белов, Деревенское утро.)

   Во-вторых: потому что в нём разыгралась бешеная тоска по России. (В. Набоков, Круг.)

   Давным-давно в городке на берегу Средиземного моря жил старый столяр Джузеппе, по прозванию Сизый Нос. (А. Толстой, Золотой ключик, или Приключения Буратино.)

   На Молдаванке, на углу Дальницкой и Балковской улиц, стоит дом Любки Шнейвейс. (И. Бабель, Любка Козак.)

   Память знает эти медовые пряники с горькой миндалиной посреди, — память хранит те медовые дни, как мёд мне, пришедшему, в сущности, со всяческих Иргизов. (Б. Пильняк, Три брата.)

2. А на другой день Петя сам надел свои штанишки, и никаких глупых историй с ним больше не произошло. (М. Зощенко, Глупая история.)

   Во-первых, потому что Таня оказалась такой же привлекательной, такой же неуязвимой, как и некогда. (В. Набоков, Круг.)

   И вместе с Василием вышла из гостиной. (А. П. Чехов, В гостиной.)

   И с тех пор мальчик сам заводил этот будильник и каждое утро вставал в указанное время. (М. Зощенко, Пора вставать!)

   На этом я временно заканчиваю свою рукопись, считая, что она и так уже достаточно затянулась. (Д. Хармс, Старуха.)

   Память знает эти медовые пряники с горькой миндалиной посреди. (Б. Пильняк, Три брата.)

Так умерла лучшая скрипка Страдивариуса; так позорно погиб её убийца. (Н. Гумилев, Скрипка Страдивариуса.)

Я уже никогда более не встречался с нею. (Ф. М. Достоевский, Маленький герой.)

Что объединяет фразы из первой группы и что — из второй? Какое произведение из процитированных выше обладает необычной особенностью и в чём она заключается? Распределите по двум группам следующие фразы и назовите несколько признаков, позволяющих с большой вероятностью это сделать:

А добрые, наоборот, живут крайне долго и отличаются хорошим здоровьем. (М. Зощенко, Через тридцать лет.)

В один прекрасный день я был изгнан из редакции одной среднерусской молодёжной газеты, в которой проработал неполный год. (Ф. Искандер, Созвездие Козлотура.)

Другие пассажиры сидели молча и избегали взгляда этого оскорблённого человека. (М. Зощенко, Человека обидели.)

Инженер статский советник Бахромкин сидел у себя за письменным столом и, от нечего делать, настраивал себя на грустный лад. (А. П. Чехов, Открытие.)

Ответы и комментарии к заданиям конкурса по литературе

1. Приведённый отрывок представляет собой первую строфу поэмы А. С. Пушкина «Домик в Коломне». Октава — строфа из 8-ми строк с рифмовкой abababcc, она писалась пяти- или шестистопным ямбом. Эта форма была заимствована из итальянского стиха. Самую известную из итальянских поэм, написанных октавой, — «Освобождённый Иерусалим» Торквато Тассо[1] — вспоминает Пушкин в 1-й главе «Евгения Онегина»: «Но слаще средь ночных забав // Напев торквато́вых октав».

Многие участники конкурса довольно легко справились с заданием и объяснили, что такое «тройное созвучие», а некоторые попытались даже рассказать об особенностях пятистопного ямба и о роли цезу́ры (внутристиховой паузы) — видимо, вспомнив продолжение пушкинской поэмы, где есть такие слова: «Признаться вам, я в пятистопной строчке // Люблю цезуру на второй стопе. // Иначе стих то в яме, то на кочке. . . ».

Неожиданную осведомлённость проявили отвечавшие, называя произведения русской и зарубежной поэзии, написанные октавой, среди которых «Осень» А. С. Пушкина, «Талисман» А. А. Фета, «Портрет» А. К. Толстого, «Октава» А. Майкова, «Посвящение» к «Фаусту» Гёте, «Дон Жуан» Байрона.

[1] Torquato Tasso (11.03.1544–25.04.1595), итальянский поэт позднего Возрождения. Поэма «Освобождённый Иерусалим» (Gerusalemme liberata), законченная автором в 1575 г., повествует о штурме и освобождении Иерусалима христианами во время 1-го крестового похода (1099 г.)

«Сочинить свою октаву» тоже многим оказалось по силам; в одних работах демонстрируется умение писать «ни о чём», но в точном соответствии с требуемой формой, в других есть изящная игра со словом и заключительная пара рифмующихся строк звучит выводом — неожиданно смешным или не без серьёзности. Погрешности в метре и ритме не принимались во внимание. Среди лучших экспромтов есть и такие, которые написаны не ямбом, а хореем или даже тоническим стихом, а потому октавами могут быть названы с натяжкой, хотя система рифмовки в них выдержана точно.

Октавы.

1. Сижу, смотрю без мыслей на листок.
Стараюсь что-то вспомнить про октаву.
Слились доска, обои, потолок
В зелёно-серую, пугающую лаву.
Пытаюсь, как отъявленный стрелок,
Проткнуть пером от ручки чью-то славу.
Сейчас я строчку допишу и сдам.
А выйдет что — решать не мне, а вам.

(Вера Буланкина, 7 кл., школа № 25, г. Владимир)

2. Стихотворений я октавой не пишу,
Но вот мне это испытать придётся,
Недаром ручку я с собой ношу!
Вот строчка уж по клеткам вьётся, вьётся...
Я этот лист стихом изборозжу!
И проверятель сим стихом займётся!
Но все ж о чём мне написать?
А, да! Мне стих пора кончать!

(Анастасия Аристова, 7 кл., школа № 57)

3. Сижу на Ломоносовском турнире.
Зачем сюда пришла? И так хватает
Контрольных в школьном мире.
Людей всегда, наверно, забавляет
Знать, что он в предмете — мышка в сыре.
А у меня все сердце словно тает,
Как будто Солнце подарило свет,
Когда я знаю на вопрос ответ.

(Татьяна Баранова, 8 кл., школа «Интеллектуал»)

4. В чём смысл бытия? Вопрос великий,
Философов великая задача.
И напрягая сумрачные лики,
Они сдаются — ткнуть бы наудачу
В кого-нибудь. И нищие калики,
И Кант... Поедем же на дачу!
Там мы в веселье сможем все пребыть
И умствованья наши позабыть.

(Александр Головлёв, 8 кл., школа «Интеллектуал»)

5. За деревней лес шумел,
С ветерком играя,
В печке старенькой гудел
Огонёк, сверкая.
Небосвод уже темнел,
Звёзды зажигая. . .
Тускло светит Млечный путь
Через облачную муть.

(Даша Щербухина, 8 кл., гимназия № 1567)

6. Ты думаешь, писать стихи легко?
Ты сам писать октавою пытался?
Я вижу, на задания ты скор;
Но лично — вряд ли этим занимался.
Услышь, о проверяющий, укор:
Ты хочешь, чтоб я с Пушкиным равнялся!
Но далеко не все стихи плетут
За нужное количество минут.

(Александр Танхилевич, 10 кл., школа № 57)

7. . . . Когда садится солнце за горою
И алый покидает небосклон,
То вновь мечты мои полны тобою,
И вновь мой взор печальный обращён
Туда, где скрыт закатной пеленою
Твой дом и город, где ты был рождён.
«Вернись, вернись!» — зову тебя и жду.
Тогда и счастье, и покой найду.

(Светлана Шишкина, 10 кл., школа № 57)

8. На белом свете жил один поэт,
Стихов писать, к несчастью, не умевший.
Он знал, что без таланта смысла нет
Творить, и он, таланта не имевший,
Мечтал, что раз проснётся он чуть свет
И вдруг услышит голос птицы певчей —
И на него дар Божий снизойдёт,
И славу жизни он тогда споёт.

(Оксана Вертман, 10 кл., школа № 57)

9. Раскольников. Герой иных времён.
Он был всегда и будет не однажды.
И в каждом веке новый Родион
Страдающий. Духовной полный жажды.
Пустых надежд слепой Пигмалион —
Им оказаться может каждый.
Он предрассудки убивает, как старух,
Но остаётся так же слеп и глух.

(Александр Гранкин, 10 кл., лицей №1, г. Оренбург)

10. Топот вычищенных до блеска сапог,
Холод стали, искусно выкованной;
Это не злоба, только предлог
Испытать, не забыть — смерти рытвины.
Каблуками идут. С Запада на Восток.
Костьми измеря землю. Выровненная,
Она смотрится значительно лучше
И веселее. Безмолвствуют сучья.
(Кирилл Елин, 10 кл., школа № 371, Санкт-Петербург)

11. Пора б уже привыкнуть к пораженьям.
Что толку проходить за кругом круг?
Нам проще дань отдать бессмысленным движеньям,
Чем изменить царящее вокруг.
Мы в зеркале не встретим отраженья,
Под сводом потолков утих последний звук. . .
Нам больше некуда идти и не к чему стремиться;
Хотим мы одного — скорей забыться!
(Есения Лащенкова, 11 кл., гимн. № 2, г. Красногорск)

12. Доисторический аккорд в душе заныл.
Я вспомнил страх. И память редко
Колышет мрак в лесу. Туман поплыл
Холодным потом древних предков.
И что суть ужас: я застыл
С сердечной болью. Уж у глаза ветка!
Но нет, ей не спасти той пустоты моей,
Что вылезла сейчас пустынных из души камней.
(Илья Плят, 11 кл., гимназия № 1514)

13. Когда немеют пальцы от мороза,
И на ногтях, когда подышишь, пар,
И с холода готовы капать слёзы,
И слышится одно воронье «карр!»,
Припомнишь пенье птиц и солнце, лозы,
Прибой и травы, моря блеск и жар. . .
Закостенев вконец, продрогнув весь,
Ты чувствуешь, что счастье — это здесь.
(Елизавета Маньковская, 11 кл., школа № 57)

2. Самых распространённых ответов на вопрос о Карле Ивановиче два: либо сочувственно пересказывается содержание стихотворения («Карл Иванович — человек, способный любить глубоко и верно» и т. п.), либо герой подвергается насмешкам из-за множества ошибок; при этом, как правило, достаётся и русскому обществу в целом: «Карл Иванович, приглашённый в дом в качестве учителя маленького Николеньки, не мог дать мальчику полноценных знаний русского языка и литературы, которыми должен обладать любой уважающий себя русский человек. Этот вывод мы делаем, исходя из стихов учителя, характеризующих его как безграмотного и невежественного человека. Основы знаний закладываются в человека с детства, поэтому родители мальчика должны были

понимать, что, наняв немца, они лишают сына возможности стать действительно образованным человеком. Также этот эпизод намекает нам на то, что и во время Толстого богатые люди стремились набирать учителей „ценою подешевле“, как писал Грибоедов».

Авторы подобных ответов полагают, видимо, что охарактеризовать — это обязательно восхвалить или осмеять, обличить. Разумеется, такие ответы нельзя признать удачными.

Понятно, что единственно правильного ответа не существует. Но высокую оценку заслужили те работы, в которых называется не одно существенное свойство письма, а два или больше и делается попытка более глубокого их истолкования. При этом участники конкурса могут по-разному оценивать одно и то же явление; например, большинство авторов пишет о плохом владении языком, а один — *об оригинальном понимании синтаксических правил русского языка*. Толковый и лаконичный ответ дала самая юная победительница конкурса: *Это стихотворение характеризует Карла Ивановича как не очень хорошего знатока русского языка, но пылкого и, возможно, влюблённого человека.* (Полина Визгина, 6 кл., гимназия № 1567).

Приводим и некоторые другие интересные ответы.

По стихотворению можно сказать, что его [автора стихотворения] *познания в русском языке невелики, уж очень много не только орфографических ошибок (например «отнине и до всегда»), но и грамматических («как верен я любить имею»). Но эти стихи написаны о любви, и неважно, как они звучат... Карл Иванович очень чувствительный и эмоциональный человек.* (Лидия Бушина, 10 кл., гимназия МОУГ, г. Тула.)

Это стихотворение говорит кое-что о Карле Ивановиче. Во-первых, если не знать, что он немец, можно по стихотворению догадаться — русский язык отнюдь не идеален в нём. Во-вторых, человек этот весьма далёк от литературного творчества — размер плохо выдержан. В-третьих, учитель скорее всего влюблён — если человек, не умеющий писать стихи, вдруг берётся за это дело, да ещё говорит в своём произведении о верной любви («верен любить имею»), он, скорее всего, осенён сим высоким чувством. И ещё он, вероятно, стесняется и своего чувства, и творчества, раз стихи закопаны в личные бумаги. (Екатерина Курбатова, 11 кл., шк. № 520.)

Карл Иванович писал по-русски, но поскольку он был немец, то выстраивал фразу по-немецки. Об этом убедительно говорит последняя строка: ... wie ich geliebt habe... В переводе на русский это прошедшее время: «как я любил». Карл Иванович подверг буквальному переводу немецкий текст и, не обладая хорошим знанием русского языка, получил бессмыслицу. Подобное несоответствие буквального перевода подлиннику мы встречаем у Л. Н. Толстого в более завуалированном виде в «Войне и мире». Когда Пьер кричит на Анатоля Курагина, он произносит чудовищно длинную и витиеватую фразу. Автор объясняет, что Пьер говорил по-французски, отсюда и несоответствие длинного русского «перевода» короткому французскому оригиналу. (Олег Русаковский, 11 кл., шк. № 7, г. Раменское.)

Эти стихи, во-первых, чётко показывают, что для Карла Ивановича рус-

ский язык — не родной. (Небольшое отступление: эти вирши чем-то напоминают русские стихи Р. М. Рильке, у которого, несмотря на то что писал он куда лучше, тоже встречаются похожие ляпы.) Стихи характеризуют Карла Ивановича как натуру лирическую (ибо, согласитесь, немногие в зрелом возрасте сочиняют, или, вернее, пытаются сочинять стихи). Кроме того, он раним и одинок, так как мечтает, чтобы о нём помнили. (Александр Пиперски, 10 кл., шк. № 125.)

Выполняя вторую часть задания, участники конкурса вспомнили множество произведений с действующими лицами, сочиняющими стихи или прозу: это и «Приключения Незнайки и его друзей» Н. Носова с коротышкой Цветиком, рифмовавшим «Цветик» и «приветик», и книжка Милна с Винни Пухом, сочиняющим песенки, и сказка А. Толстого «Золотой ключик, или Приключения Буратино», в которой действует кукла-поэт Пьеро, и произведения взрослой русской классической литературы. Названы были герои Пушкина (Петруша Гринёв в «Капитанской дочке» и Ленский в «Евгении Онегине»), Достоевского (капитан Лебядкин в «Бесах» и Голядкин младший в «Двойнике»), Л. Толстого (Денисов в «Войне и мире»), Чехова (Вера Иосифовна в «Ионыче»), русских и зарубежных писателей XX века.

Вот как участники конкурса объясняли, зачем писателям понадобилось вводить в произведение «пишущего» героя.

Среди персонажей-писателей герой набоковского романа «Дар» Годунов—Чердынцев, пишущий стихи, Юрий Живаго в «Докторе Живаго» Пастернака, герои «Театрального романа», «Мастера и Маргариты», «Записок на манжетах» Булгакова. Здесь, мне кажется, автору близок герой, и он сродняется с ним ещё и через творчество; это ставит героя на одну ступень ближе к автору; можно говорить об автобиографичности персонажей.

В таких произведениях, как «Евгений Онегин» (стихи Ленского) и «Ионыч» (романы Веры Иосифовны) автор посмеивается над героем, но если у Пушкина чувствуется теплота по отношению к людям, которых «не сужу, затем, что к ним принадлежу», то Чехов откровенно издевается над романом, описывающим то, «чего не бывает в жизни».

«Легенда о великом инквизиторе» была сочинена Иваном Карамазовым «для себя» и как художественное произведение; Достоевскому здесь важно, однако, не то, что Иван «создал», а философский смысл и жизненный смысл написанного (для Ивана и Алёши). (Елизавета Маньковская)

Зачастую писатели используют данный приём, чтобы показать реальность, «живость» своего героя. (Владимир Волков, 11 кл., гимн. № 1506)

Мне кажется, что каждого писателя волнуют в той или иной мере проблемы творчества, соотношения реальности и вымысла (так в «Мастере и Маргарите» Булгакова). (Олег Русаковский).

Юрий Живаго — любимый герой Пастернака, и особо важные для поэта стихи он поместил в этот цикл.

В романе Андрея Битова «Пушкинский дом» цитируются литературоведческие работы главного героя и его дедушки. Это нужно для того, чтобы

подчеркнуть связь героя с Пушкиным и преемственность поколений. (Светлана Филиппова, 11 кл., гимн. № 1567).

«Египетские ночи». Чтобы объяснить, зачем Пушкин включает стихи импровизатора в произведение, надо было бы его целиком анализировать. Очень приблизительно: чтобы показать разницу между импровизатором в обычной жизни и им же — импровизирующим. Татьяна Толстая, «Кысь». Постоянные цитаты из произведений Фёдора Кузьмича, разумеется плагиаторского характера. В этом-то искажении — смысл этих цитат.

Стихи Ляписа—Трубецкого в «Золотом телёнке» создают даже не индивидуальный характер, а тип, характерный и потому — высмеянный. (Александр Танхилевич).

В одном из рассказов М. Зощенко, посвящённом 100-летию со дня смерти А. С. Пушкина (названия рассказа, к сожалению, не помню), упоминается некий бухгалтер Цаплин, который требует к себе особого уважения за то, что он пишет стихи. Управдом порицает его и приводит для сравнения стихи одного маленького мальчика:

Все мы любим тое время, когда птичка в клетке.
Мы не любим тех людей, кто враг пятилетке[1].

М. Зощенко, естественно, понадобились эти строки, чтобы высмеять тех, кто неспособен видеть настоящую поэзию и ставит её на одну доску с такими стихами. (Александр Пиперски)

Напомним, что в задании говорилось о героях, пишущих художественные произведения, а не дневники и письма, поэтому не стоило, как это сделали многие, называть лермонтовского Печорина с его дневником или героев «Бедных людей» Ф. М. Достоевского. Приведём один из самых курьёзных ответов:

Главный персонаж Евгений Онегин, как и главная героиня Татьяна, переписывались друг с другом и писали письма в стихах. Это говорило об их утончённости и высокоразвитости. Пушкин был великолепным поэтом, благодаря его произведениям он стал знаменитым. Стихами он восхищал людей. И, подаря писательский дар Евгению и Татьяне, он поставил их наравне с собой. Александр Сергеевич одарил их самым замечательным своим даром.

3. Многие участники конкурса совершенно справедливо написали о том, что безусловно важно указание на конкретные географические места в произведениях, рассказывающих о путешествиях (например в книгах Жюля Верна) или об исторических событиях.

Приводим другие удачные ответы.

Есть произведения, где создаётся образ места. В русской литературе это, главным образом, Москва и Петербург. В «Евгении Онегине», «Войне и мире», «Горе от ума» эти города, обычно друг другу противопоставленные, наделяются такими качествами: холод светского Петербурга, но и просвещённость, доброта; хлебосольство Москвы — но и косность. В разных произведениях акцент на разном.

[1]Имеется в виду рассказ «В пушкинские дни», точная цитата: «Мы, дети, любим тое время, когда птичка в клетке.// Мы не любим тех людей, кто враг пятилетке.»

В таких произведениях, как «Кавказский пленник» Пушкина или «Одесские рассказы» Бабеля, авторам важна резкая специфика места: колорит еврейской Одессы или экзотика черкесского быта. И все подробности географического и бытового характера преследуют именно эту цель. (Елизавета Маньковская).

События во многих произведениях русской литературы происходят в одной из российских столиц. Различия между этими городами гораздо глубже исторических и географических. Как правило, Москва и Петербург передают различное видение жизни, различное мировоззрение. В каждом городе своя особенная атмосфера, определяющая поступки героев и взаимоотношения между ними.

Одним из наиболее ярких примеров тесной связи между содержанием и идеей произведения и местом действия является «Медный всадник» Пушкина. В подзаголовке сам автор указал, что это «петербургская повесть». Петербург не только фон для развития конфликта, но ещё и символ государственности и порядка. Однако этот порядок бездушен и не подходит для живых людей... Гоголь продолжил традицию петербургских повестей в русской литературе. В «Невском проспекте» автор называет столицу Российской империи городом-миражем, где за внешней упорядоченностью и ритуальностью жизни скрывается призрачность законов и правил, где размыта граница между реальным и нереальным, между добром и злом. Для художника такая атмосфера губительнее всего: он или погибает («Невский проспект»), или лишается своего дара («Портрет»). По Петербургу Гоголя разгуливает нос в мундире чиновника, бедному петербургскому художнику является дьявол.

... То общество, с которым столкнулся Чацкий в комедии «Горе от ума» Грибоедова, могло сложиться только в Москве: отношения в фамусовском обществе более домашние, неформальные, чем в великосветском Петербурге, но при этом и Фамусов, и Хлестова, и Горичи — столичные, а не провинциальные жители. На протяжении всего романа Л. Толстого московское дворянство противопоставляется петербургскому... Стихийный исход жителей из Москвы во многом решил судьбу наполеоновского нашествия. Петербург же наблюдал за войной со стороны, не понимая и не желая её понять и лишь навязывая бесполезные, а часто и вредные решения... (Наталья Новикова, 11 кл., шк. № 1239)

В рассказе Лескова «Леди Макбет Мценского уезда» ещё в названии показывается резкий контраст между ужасными событиями... и тихим провинциальным уездом, где они происходили. (Ольга Абашина, 10 кл., гимназия МОУГ, г. Тула).

В романе Виктора Гюго «Собор Парижской богоматери» святое место становится средоточием страстей. Венедикт Ерофеев «Москва — Петушки», где Петушки — недостижимая цель, метафора цели существования. (Илья Плят).

В «Ночи в Лиссабоне» Э. М. Ремарка место действия играет важную роль, ибо Лиссабон — это город, через который эмигранты во время 2-й Мировой войны бежали в США. (Александр Пиперски).

Часть действий сказа Лескова «Левша» происходит в Туле, и это не случайно. Ведь именно в Туле жили самые искусные мастера-оружейники и механики, и там делали миниатюрные пистолеты и ружья, которые отлично стреляли (и по сей день стреляют). Поэтому именно в Тулу была доставлена английская блоха. (Екатерина Курбатова, 11 кл., шк. № 520).

И. А. Бунин. «Господин из Сан-Франциско». Действие, правда, в Сан-Франциско не происходит, но место жизни главного героя символизирует для писателя средоточие буржуазной цивилизации. М. А. Шолохов, «Тихий Дон». Для Шолохова река Дон и бывшая область Войска Донского — символы родины и трагедии главных героев. М. де Сервантес, «Дон Кихот Ламанчский». Ла Манча для писателя — сердце Испании, её наивысшее воплощение. (Олег Русаковский).

В пьесах Островского «Гроза» и «Бесприданница» действие происходит на берегах Волги, в вымышленных городах. Однако облик этих провинциальных городов точь-в-точь как у тех городов, которые запомнились Островскому благодаря путешествию по Волге. В пьесах важна река, русская, широкая, раздольная. Она подчёркивает гармонию и красоту в природе, которая противопоставляется миру людей. В то же время река является символом души героини, глубокой, чистой. (Елизавета Шевченко, 11 кл., шк. № 26).

4. Предложениями первой группы начинаются рассказы или повести, названные в скобках, предложениями второй группы заканчиваются. Об этом можно было догадаться по ряду признаков. Например, в большинстве предложений первой группы есть указания на место и/или время действия, сообщается имя и род занятий героя. Предложения второй группы не вполне понятны без предшествующего текста; в них есть местоимения и другие слова, отсылающие к предыдущему повествованию: *другой*, *с тех пор*, *на этом*, *так*, *с нею*. Некоторые из предложений второй группы начинаются с присоединительных союзов.

По этим же признакам можно распределить по группам и четыре последних предложения: оба предложения из произведений Зощенко относятся ко второй группе, остальные — к первой.

Необычно построен рассказ Набокова: первое его предложение начинается со слова *во-вторых*, а последнее — со слова *во-первых*. С этой особенностью рассказа связано его название («Круг»).

Задания №№ 1, 2 и 3 подготовила Н. А. Шапиро, № 4 — Б. Л. Иомдин.

КОНКУРС ПО ИСТОРИИ

Вопросы и задания

Все задания адресованы школьникам всех классов: каждый может выбрать те, которые ему по вкусу и по силам; достаточно выполнить хорошо (не обязательно полностью) 2 задания из первых десяти или верно указать хотя бы 10 ошибок в заданиях 11 или 12 (нужно составить список указанных в текстах событий (фактов), которые на самом деле происходили или **не тогда**, или **не там**, или **не так**, и объяснить, как, где и с кем они происходили — или почему их вообще не могло быть).

1. Где и когда «аборигены съели Кука»? На каком языке они говорили? Вспомните хоть одно слово из этого языка — с переводом на русский.

2. Были ли случаи в истории, когда в одной стране два монарха подряд правили (вместе) более 100 лет? Если да, то где и когда?

3. Перечислите знаменитых современников Пифагора во всём мире. Чем они прославились?

4. Какие крупные научные открытия были сделаны в Кёнигсберге (Калининграде)? Кто и когда их сделал?

5. Говорят, что стареющий Л. И. Брежнев часто спрашивал своих секретарей: «А мы не забыли наградить полковника Штирлица?» Как вы думаете: правдиво ли это предание? Если да, то какие факты могли послужить его основой?

6. Когда-то в Европе рассказывали анекдот:

— Правда ли, будто наш папа — католик?
— Тише! Он у нас христианнейший!

В чём юмор этой шутки? Когда и по какому поводу она могла быть сложена?

7. Вспомните, где и когда возникли следующие лозунги. Каков был их смысл?

AMDG
INRI
SPQR
When Adam delved. . .
Une foi, une loi, un roi!
Kill the lords and spare the commons!

8. Карл Май, Виллард Шульц, Фенимор Купер, Генри Лонгфелло, Джек Лондон, Лизе Вельскопф—Хенрих, Майн Рид, Владимир Арсеньев, Григорий Федосеев, Райдер Хаггард, Олег Куваев.

Все эти писатели создали яркие образы «благородных дикарей». Назовите имена этих героев (всех или некоторых по вашему выбору). Каким народам они принадлежали?

9. Чем прославились следующие японцы: Аракава Шизука, Кодайра Кунихико, Минамото Ёритомо, Тайра Киёмори, Танияма Ютака, Того Хэйхатиро, Тоётоми Хидэёси, Токугава Иэясу, Томонага Синъитиро, Уэмура Наоми, Хокусай Кацусика, Юкава Хидэки, Ямамото Исороку?
(Можно выбрать, про каких японцев написать и насколько подробно.)

10. Попробуйте дать строгое определение понятию «империя». Проверьте: были ли в этом смысле империями Вавилон, Ассирия, Персия, Египет, а также государства Инков, Ацтеков, Чингис-хана и Тамерлана.

11. Найдите исторические ошибки в тексте.

Юстиниан

В первый день месяца Августа, в лето 525 от Рождества Господа нашего благочестивейший Август, Кесарь и Автократор ромеев — Флавий Валерий Юстиниан торжественно отметил двухвековый юбилей своей столицы — Второго Рима, нареченного Константинополем. Сорокалетний базилевс остро чувствует родство с великим городом на Босфоре: здесь он родился в тот год, когда в Первом Риме угас его последний император — юный и невезучий Ромул Августул. Тогда нечестивые еретики-готы, отрицающие божественную природу Богоматери, свергли последнего наследника династии Цезарей и посадили на италийский трон самозванного рекса Теодориха.

Этот хитрый и воинственный невежа объявил себя равносущим Кесарю Востока — славному Юстину Философу, деду Юстиниана. Тот не мог сразу послать в Италию карательное войско, ибо находился в состоянии войны с царём Персии — Хосровом Парвизом. Славный сын христолюбивой Грузии — воевода Нарзес Багратид едва сдерживал ежегодные набеги персов на Дамаск, Антиохию, Иерусалим. Казна империи была пуста; не на что было нанять алчных северных варваров — франков или вандалов, лангобардов или гуннов. Вся юность Юстиниана прошла в хроническом безденежье. Серебро и золото уплывали на запад или на восток — в обмен на воинов или на шёлк, идущий на подарки тем же воинам. Как разорвать сей порочный круг?

Двадцать лет назад в уме Юстиниана блеснула, наконец, догадка. Нужно наладить в Византии производство своего шёлка! Известно, что его делают из нитей, которые прядут гусеницы тутовых бабочек — а тутовник одинаково растёт в Анатолии и в Синьцзяне. Но какие бабочки годятся для этого? Как добыть их — живьём, или в виде коконов? Как наладить производство пряжи и тканей? Все это — давние китайские секреты, их невозможно вызнать через степных кочевников или алчных купцов. Только единоверцу раскроют свои тайны шёлковые мастера империи Тан!

Значит, нужно послать в Китай монахов — проповедников Слова Божьего! Воплощение этого великого замысла потребовало многих лет тихого, незаметного труда упорных ромеев. Принцу Юстиниану пришлось возглавить имперскую разведку и освоить финансовое дело, учась у сирийских купцов. Но теперь успех пришёл в Константинополь! Странники-монахи принесли внутри бамбуковых посохов драгоценные коконы и инструкции по разведению капризных бабочек. Квестор Трибониан возглавил новую отрасль государственной экономики; теперь кесарь Юстиниан располагает шёлком, чтобы подкупать варваров Запада и Востока.

Арабский воин Оденат начал против персов партизанскую войну — и новый царь Хосров Ануширван был вынужден заключить мир с Юстинианом. Вдобавок, в Иране восстали свои еретики — манихеи. Теперь восточная граница Второго Рима безопасна; пора возобновить Реконкисту Запада!

Крестник Юстиниана — молодой воевода Велизарий готов вторгнуться в Италию, где православные аборигены ненавидят еретиков-готов. Римский папа Григорий давно шлёт Юстиниану просьбы о помощи: сильно его утеснили варвары-монофизиты! Новокрещёный вождь франков Хлодвиг готов привести бойцов из-за Альп, как только ромеи высадятся в Неаполе. Угнетённая варварами Италия ждёт своих освободителей! Как только православные легионы освободят Рим — можно будет приступить к отвоеванию Карфагена у вандалов!

Итак, решено: сначала Юстиниан принимает наследие Ромула, потом — наследие Сципиона Африканского. Следующей целью будет Испания — наследие славного Помпея. Потом на очередь встанет Галлия — наследие великого Цезаря. А дальше что? После Цезаря пришёл Траян — покоритель Дакии, разоритель Парфии. Дальше Траяна — за Евфрат, до Инда прошёл только Александр Македонский. Очевидно, Юстиниану придётся принять и это наследие — даже если вести войну придётся хоть сорок лет подряд! Благо, деньги в казне есть, и людей в империи хватает... Третий Вселенский собор только что заявил о полной поддержке планов Христианнейшего Императора. Если будет на то воля Христа Пантократора, то имперские хоругви пройдут вдоль всего Шёлкового пути!

12. Найдите исторические ошибки в тексте.

Смутное Время

«Когда-то Кузьма огороды копал — а нынче Кузьма в воеводы попал!» Эта насмешливая песенка московских скоморохов не уязвляет душу предводителя рязанских дворян. Да, он — плебей, и не чувствует себя на своём месте во главе Московского царства. Но где они — более достойные лидеры русского народа в пору великих бедствий? Достойнейшим человеком был первый Самозванец — упокой, Господи, его душу, ибо Ты один ведаешь его истинное имя! Он честно заявил боярам: «Тень Грозного меня усыновила!» — и бояре без споров признали право дерзкого юноши на высшую власть. Но зачем добру молодцу жениться на полячке, уже будучи московским царём? Земский собор не признал странный брак Дмитрия — и московский люд восстал против оккупантов-поляков.

Самоуверенный царь погиб от случайной стрелы; царство вновь осталось без хозяина.

Тогда мятежная чернь перенесла свои надежды на другого юношу — Николая Скопина Шуйского, славного подвигами в борьбе против шведов. Быть бы ему добрым царём на Москве, вслед за его пращуром — Дмитрием Донским! Но моровая язва унесла князя Николая в звёздный час, когда он одолел гетмана Жолкевского под стенами Сергиевой обители, вызволил патриарха Гермогена из многомесячного осадного сидения. Сам патриарх соборовал умирающего победителя — и заразился от него, и умер неделю спустя!

Тут у московской власти объявилось множество наследников. Старый князь Василий Шуйский пожелал стать царём — как дядя героя Николая. Битый воевода Жолкевский предложил москвичам королевича Станислава — благо, тот не замешан в смутах и готов принять православие, если того пожелает Земский собор Руси. Наконец, казачий атаман Заруцкий предложил избрать новым патриархом новгородского епископа Филарета — верного соратника последнего законного царя Руси, Бориса Годунова. Как навести порядок в этом разброде мнений?

Тут сгодилась простая душа рязанского дворянина Кузьмы Минина и тугие кошельки его друзей — купцов Ляпуновых. Братья Семён и Матвей уговорили купеческую гильдию Рязани обратить церковную десятину на военные нужды и назначить отца Филарета казначеем — до тех пор, пока Земский собор не выберет законного царя. Зачем отдавать венец чужому королевичу, пока в Москве хватает природных князей — Рюриковичей?

Можно возвысить самого младшего из них — Михаила Ивановича Романова Шуйского, внучатого племянника Ивана Грозного. И чтобы впредь не возникало сомнений в законности царского избрания — нужно включить закон о престолонаследии в новое Соборное Уложение, сиречь Конституцию Руси! Пусть Земский собор мирян и Стоглавый собор иерархов совместно изберут царя и патриарха; пусть чёрный люд Москвы утвердит их выбор на вече, как издавна принято на Руси Святой! Глас народа — глас Божий есть!

Эту истину россиянам приходится вновь и вновь доказывать своим соседям. Кузьма Петрович Минин доказал её польским кирасирам на Девичьем поле — в виду белых стен Кремля и колокольни Иоанна Златоуста. Польские удальцы сражались храбро — но жребий Божий выпал не в их пользу. Безвестный дворянин из Рязани одолел коронного гетмана Жолкевского; а теперь скоморохи потешаются над спасителем Москвы. Бог им судья! Пора Кузьме Петровичу уйти в монастырь, не участвуя в распрях победителей. Когда воззвал России глас: «Приди, спаси!» — он встал и спас. Теперь можно отойти в тень: пусть этим шагом скромного героя завершится смутное лето 7320-е от Сотворения Божьего Мира!

Ответы, решения и комментарии к заданиям конкурса по истории

Автор заданий и решений — Сергей Георгиевич Смирнов, ведущий научный сотрудник ИИО РАО.

1. *Где и когда «аборигены съели Кука»? На каком языке они говорили? Вспомните хоть одно слово из этого языка — с переводом на русский.*

Жизнь капитана Джемса Кука оборвалась в 1779 году на Гавайских островах, которые он только что открыл в своём **третьем** кругосветном плавании. Аборигены этих земель говорили (и говорят до сих пор) на одном из диалектов полинезийского языка. Многие гавайские слова знакомы читателям книг Джека Лондона или Тура Хейердала. Например: Вака = Лодка, Ика = Рыба (так полинезийцы назвали два острова Новой Зеландии). Или: Алоха Оэ = Прощайте (название одного из рассказов Дж. Лондона). Или: Тангата = Человек, Ману = Птица (так называют своего предка жители острова Пасхи).

Замечание. В песне Владимира Высоцкого говорится об изучении Куком берегов Австралии: эти события происходили в 1769 году — во время первого кругосветного плавания Кука, когда он впервые описал кенгуру.

2. *Были ли случаи в истории, когда в одной стране два монарха подряд правили (вместе) более 100 лет? Если да, то где и когда?*

Известно два таких случая: первый — в Древнем Египте, второй — во Франции 17–18 веков.

Фараон Пиопи-анх 2 из 6 династии Древнего царства царствовал (согласно исторической сводке Манефона) с 5 до 97 лет (тогда шёл 25–24 век до н. э.). Его предшественник и его преемник оба правили более чем по 10 лет — так что вместе наберётся больше века.

Во Франции знаменитый «Король-Солнце» Луи 14 царствовал 72 года: с 1643 (ему тогда исполнилось 5 лет) до 1715 года. Этому старцу наследовал его 7-летний правнук — Луи 15, который царствовал до 1774 года и прославился фразой «После нас будет потоп!» Этот потоп (то бишь, революция) начался в 1789 году.

3. *Перечислите знаменитых современников Пифагора во всём мире. Чем они прославились?*

Примерные годы жизни Пифагора — с 580 по 500 год до н. э. Свою школу в италийском городе Кротон он основал около 540 года до н. э. В это время царь персов — Кир захватил Вавилон (538 год до н. э.) и основал Персидскую империю. Тогда же (550 год до н. э.) в китайском княжестве Лу родился философ Кун-цзы (Конфуций), а в индийском княжестве Шакья родился (543 год до н. э.) принц Сидхарта Гаутама (будущий пророк Будда). В Афинах в пору детства Пифагора правил знаменитый архонт Солон, а за ним — необычно гуманный тиран Писистрат (535–515 годы до н. э.). В Риме тогда правили последние цари: реформатор Сервий Туллий и его убийца Тарквиний Гордый (свергнутый Брутом Старшим и Валерием Попликолой в 510 году до н. э.)

4. *Какие крупные научные открытия были сделаны в Кёнигсберге (Калининграде)? Кто и когда их сделал?*

Прусский город Кёнигсберг вырастил трех великих учёных: философа Иммануила Канта, астронома Фридриха Бесселя и математика Давида Гильберта.

Кант начал свою карьеру как математик и астроном. В 1755 году он в книге «Естественная теория неба» впервые предложил удачную модель Галактики

(звёздный остров в форме жернова), а также объяснил кажущееся отсутствие вращения Луны её торможением через приливы, вызванные притяжением Земли.

Бессель в 1838 году измерил годичный параллакс слабой, но быстро движущейся звезды 61 Лебедя — и таким путём впервые рассчитал расстояние от Солнца до другой звезды (около 4 световых лет).

Гильберт родился в 1862 году, а в 1890 году он доказал первые теоремы алгебраической теории инвариантов: о конечном базисе в любом кольце инвариантных многочленов, и т. д. В 1893 году Гильберт написал в Кёнигсберге свой знаменитый обзор «Теория Чисел»: после этого его пригласили в университет города Гёттинген, где он создал великую математическую школу.

5. *Говорят, что стареющий Л. И. Брежнев часто спрашивал своих секретарей: «А мы не забыли наградить полковника Штирлица?» Как вы думаете: правдиво ли это предание? Если да, то какие факты могли послужить его основой?*

Это предание правдиво: дряхлый Брежнев был в восторге от фильма «17 мгновений весны» и помнил историю награждения разведчика Р. Зорге по воле Н. С. Хрущёва. Тогда руководители ЦК КПСС посмотрели зарубежный фильм «Кто вы, доктор Зорге?» и восприняли его, как обычный боевик. Хрущёв сказал: «Вот бы наши киношники так работали!» Тут кто-то из бывших чекистов заметил: «А ведь в фильме почти всё — правда! Был такой Зорге, работал на нас и погиб в Японии!» Изумлённый Хрущёв, ничего не слыхавший об этом при Сталине и Берии, тут же позвонил в КГБ и потребовал: «В течение суток представьте мне справку по делу Зорге!» Через неделю Рихард Зорге был посмертно награждён званием Героя Советского Союза.

6. *Когда-то в Европе рассказывали анекдот:*

— Правда ли, будто наш папа — католик?

— Тише! Он у нас христианнейший!

В чём юмор этой шутки? Когда и по какому поводу она могла быть сложена?

Эта шутка родилась во Франции в 1630-е годы — во время Тридцатилетней войны между католическими и протестантскими государями Европы. Лидером католического лагеря была Австрийская держава Габсбургов — давний противник католической Франции, где властвовал кардинал Ришелье. Поэтому Ришелье стал лидером протестантского лагеря — и навязал свою политику даже римскому папе, который целиком зависел от французских денег. Титул «Христианнейший» с 12 века принадлежал королю Франции: тогда король Луи 7 защитил папу Александра 3 от преследований императора Фридриха Барбароссы.

7. *Вспомните, где и когда возникли следующие лозунги. Каков был их смысл?*

AMDG

Это — сокращение латинских слов «К вящей славе Божьей» (Ad majorem Dei gloriam; gloriam — слава). В середине 16 века они стали девизом ордена иезуитов, основанного Игнатием Лойолой.

INRI
Это — сокращение титула Христа: «Иисус из Назарета, царь Иудейский» (Iesus Nasarensis Rex Iudaeorum). Согласно Евангелию, эту издевательскую надпись сделали римские легионеры под ногами распятого Христа. Первые христиане сделали эту фразу своим лозунгом.

SPQR
Это — первые буквы латинских слов «Сенат и Народ Римский» (Senatus Populusque Romanus), с которых начинались все указы римских правителей в эпоху Республики и ранней Империи (до принятия христанства в 4 веке).

When Adam delved...
«Когда Адам пахал, а Ева пряла...» — это первые слова песни английских крестьян, поднявших восстание против знати в 1381 году. Военным вождём повстанцев был сержант Уот Тайлер, а главным пропагандистом и автором песни — священник Джон Болл.

Une foi, une loi, un roi!
«Одна вера, один закон, один король!» — эти слова избрал девизом своего правления кардинал Арман Жан дю Плесси де Ришелье — централизатор французского королевства в середине 17 века.

Kill the lords and spare the commons!
«Убивайте лордов, щадите простых людей!» — таков стал боевой клич лидеров партии Йорков на исходе гражданской войны Роз в Англии (1470-е годы). Видимо, первым его применил король Эдвард 4: он почувствовал усталость простого народа от усобиц и решил принять на себя роль миротворца. В итоге Эдварду удалось положить конец гражданской войне.

8. *Карл Май, Виллард Шульц, Фенимор Купер, Генри Лонгфелло, Джек Лондон, Лизе Вельскопф—Хенрих, Майн Рид, Владимир Арсеньев, Григорий Федосеев, Райдер Хаггард, Олег Куваев.*

Все эти писатели создали яркие образы «благородных дикарей». Назовите имена этих героев (всех или некоторых по вашему выбору). Каким народам они принадлежали?

Немец Карл Май описал Виннету — вождя племени Апачей, обитавшего на южной границе США.

Американец Виллард Шульц долго прожил среди степных индейцев племени Черноногих (Кайна) и описал их героя по имени Одинокий Бизон.

Поэт Генри Лонгфелло создал образ индейского вождя Гайявата — но изменил его национальность, по сравнению с прототипом. Реальный Гайявата — один из основателей племенного союза Ирокезов — происходил из племени Сенека; Лонгфелло причислил его к племени Оджибве.

Джек Лондон создал образы индейского вождя Инбер из племени Белая Рыба (рассказ «Лига стариков»), а также гавайца Кулау-прокажённого и вождя Кохо — людоеда с Соломоновых островов.

Лизе Вельскопф—Хенрих написала книгу «Харка — сын вождя» об индейцах племени Оглала-Тетон из союза Дакота.

Самый яркий образ благородного дикаря в книгах Джона Майн Рида — вождь Оцеола из племени Семинолов, обитавшего во Флориде.

Англичанин Генри Райдер Хаггард долго прожил в Южной Африке и создал яркие образы воинов племени Зулу: Умслопогаса и Игнози.

Военный топограф Арсеньев вошёл в русскую литературу, как создатель первого образа «российского индейца» — Дерсу Узала из племени Нанайцев (Гольдов), лесных охотников Южного Приамурья. Эту традицию продолжили в России сперва геодезист Федосеев (описавший своего друга — эвенка по имени Улукиткан), а затем геолог Куваев: его герой — старый чукча Кьяэ.

9. *Чем прославились следующие японцы: Аракава Шизука, Кодайра Кунихико, Минамото Ёритомо, Тайра Киёмори, Танияма Ютака, Того Хэйхатиро, Тоётоми Хидэёси, Токугава Иэясу, Томонага Синъитиро, Уэмура Наоми, Хокусай Кацусика, Юкава Хидэки, Ямамото Исороку?*
(Можно выбрать, про каких японцев написать и насколько подробно.)

Аракава Шизука — чемпионка мира по фигурному катанию в 2004 году (тренер Т. А. Тарасова).

Кодайра Кунихико — математик, первым из японцев получивший Филдсовскую премию Международного Математического Союза за работы по алгебраической геометрии в 1954 году.

Минамото Ёритомо — полководец и правитель Японии в конце 12 века, основатель династии сёгунов Минамото.

Тайра Киёмори — главный противник дома Минамото, диктатор Японии в 1160-е годы.

Танияма Ютака — молодой математик, в 1950-е годы выдвинувший гипотезу о том, что каждая эллиптическая кривая имеет модулярную резольвенту. В 1980-е годы выяснилось, что гипотеза Танияма указывает наилучший путь к доказательству Большой Теоремы Ферма. Эти исследования завершились в 1995 году — но Танияма погиб раньше, покончив с собой в приступе депрессии.

Того Хэйхатиро — адмирал, победитель российской эскадры при Цусиме в 1905 году.

Ямамото Исороку — адмирал, командующий военным флотом Японии во Второй Мировой войне. Он организовал разгром эскадры США в гавани Пирл-Харбор в 1941 году; в 1943 г. он погиб в воздушном бою.

Тоётоми Хидэёси и Токугава Иэясу — полководцы и правители (сегуны) Японии в конце 16 в., создатели централизованной империи.

Томонага Синъитиро и Юкава Хидэки — японские физики, лауреаты Нобелевской премии. Юкава получил её за гипотезу о мезонной модели ядерных сил (1935 год), а Томонага — за создание (вместе с Фейнманом и Швингером) квантовой электродинамики в 1949 году.

Хокусай Кацусика — великий японский художник 18 века, автор серии видов горы Фудзи.

Уэмура Наоми — великий японский альпинист, покоривший Эверест и в одиночку достигший Северного Полюса на собачьей упряжке. Он погиб на горе Мак-Кинли на Аляске.

10. *Попробуйте дать строгое определение понятию «империя». Проверьте: были ли в этом смысле империями Вавилон, Ассирия, Персия, Египет, а также государства Инков, Ацтеков, Чингис-хана и Тамерлана.*

Участникам предлагалось самостоятельно сформулировать определение понятия «империя», при этом оценивались его корректность, содержательность и правильность характеристики предложенных в задании примеров с точки зрения предложенного определения.

Для примера приведём фрагмент статьи из энциклопедии (БСЭ). ИМПЕРИЯ (от лат. imperium — власть, государство) 1) наименование монархических государств, главой которых является император. И. — чаще всего обширное государство, включившее в свой состав (нередко путём завоеваний) территории других народов и государств; . . . 2) Крупные государства, имеющие обширные колониальные владения. И. образует метрополия и её колонии. . .

11. *Найдите исторические ошибки в тексте.*

Для удобства текст приводится ещё раз. Фрагменты с историческими ошибками выделены курсивом; номера, которыми они отмечены, соответствуют номерам в последующем списке ошибок и комментариев.

Юстиниан

В первый день месяца Августа, в *лето 525 от Рождества Господа*[1] нашего благочестивейший Август, *Кесарь и Автократор ромеев*[3] — *Флавий*[2] Валерий Юстиниан торжественно отметил двухвековый юбилей своей столицы — Второго Рима, нареченного Константинополем. *Сорокалетний*[4] базилевс остро чувствует родство с великим городом на Босфоре: здесь он родился *в тот год*[5], когда в Первом Риме угас его последний император — юный и невезучий Ромул Августул. Тогда нечестивые еретики-готы, отрицающие божественную природу Богоматери, *свергли последнего наследника династии Цезарей*[6] и посадили на италийский трон самозванного рекса Теодориха.

Этот хитрый и воинственный невежа *объявил себя равносущим Кесарю Востока*[8] — славному *Юстину Философу, деду Юстиниана*[7]. Тот не мог сразу послать в Италию карательное войско, ибо находился в состоянии войны *с царём Персии — Хосровом Парвизом*[9]. Славный сын *христолюбивой Грузии*[10] — воевода *Нарзес Багратид*[11] едва сдерживал *ежегодные набеги персов на Дамаск*[12], Антиохию, Иерусалим. Казна империи была пуста; не на что было *нанять алчных северных варваров — франков или вандалов, лангобардов или гуннов*[13]. Вся юность Юстиниана прошла в хроническом безденежье. Серебро и золото уплывали на запад или на восток — в обмен на воинов или на шёлк, идущий на подарки тем же воинам. Как разорвать сей порочный круг?

Двадцать лет назад в уме Юстиниана блеснула, наконец, догадка. Нужно наладить в Византии производство своего шёлка! Известно, что его делают из нитей, которые прядут гусеницы тутовых бабочек — а тутовник одинаково растёт в Анатолии и в Синьцзяне. Но какие бабочки годятся для этого? Как добыть их — живьём, или в виде коконов? Как наладить производство пряжи и тканей? Всё это — давние китайские секреты, их невозможно вызнать через

степных кочевников или алчных купцов. Только единоверцу *раскроют свои тайны шёлковые мастера*[14] *империи Тан!*[15]

Значит, *нужно послать в Китай монахов*[16] — проповедников Слова Божьего! Воплощение этого великого замысла потребовало многих лет тихого, незаметного труда упорных ромеев. Принцу Юстиниану пришлось возглавить имперскую разведку и освоить финансовое дело, *учась у сирийских купцов*[17]. Но теперь успех пришёл в Константинополь! Странники-монахи принесли внутри бамбуковых посохов драгоценные коконы и инструкции по разведению капризных бабочек. *Квестор Трибониан возглавил новую отрасль государственной экономики*[18]; теперь кесарь Юстиниан располагает шёлком, чтобы подкупать варваров Запада и Востока.

Арабский воин Оденат начал против персов партизанскую войну[19] — и новый царь Хосров Ануширван был вынужден заключить мир с Юстинианом. Вдобавок, в Иране восстали свои еретики — манихеи. Теперь восточная граница Второго Рима безопасна; пора возобновить *Реконкисту*[20] Запада!

Крестник Юстиниана — молодой воевода Велизарий[23] *готов вторгнуться в Италию*[25], где православные аборигены ненавидят еретиков-готов. *Римский папа Григорий*[21] давно шлёт Юстиниану просьбы о помощи: сильно его утеснили варвары-*монофизиты*[22]! Новокрещёный *вождь франков Хлодвиг*[24] готов привести бойцов из-за Альп, как только ромеи высадятся в Неаполе. Угнетённая варварами Италия ждёт своих освободителей! *Как только православные легионы освободят Рим*[25] — можно будет приступить к отвоеванию Карфагена у вандалов!

Итак, решено: сначала Юстиниан принимает наследие Ромула, потом — *наследие Сципиона Африканского*[26]. Следующей целью будет *Испания — наследие славного Помпея.*[27] *Потом на очередь встанет Галлия — наследие великого Цезаря*[28]. А дальше что? После Цезаря пришёл Траян — покоритель Дакии, разоритель Парфии. Дальше Траяна — за Евфрат, до Инда прошёл только Александр Македонский. Очевидно, Юстиниану придётся принять и это наследие — даже если вести войну придётся хоть сорок лет подряд! Благо, деньги в казне есть, и людей в империи хватает... *Третий Вселенский собор только что заявил о полной поддержке планов Христианнейшего Императора*[29]. Если будет на то воля Христа Пантократора, *то имперские хоругви пройдут вдоль всего Шёлкового пути!*[30]

Список ошибок и комментарии к тексту «Юстиниан».

1. В 525 году н. э. счёт лет в Византии шёл от рождения Александра Македонского — или от Основания Рима. Расчёт срока Рождества Христова был произведён в те годы римским монахом Дионисием Малым — но в обиход этот счёт лет вошёл гораздо позже.

2. Юстиниан родился в крестьянской семье на Балканах. Он не принимал фамилии Флавий или Валерий, не будучи в родстве с императорами раннего Рима.

3. Юстиниан 1 стал императором только в 527 году н. э. Его титулами были также: август, кесарь, базилевс, автократор.

4. В 527 году Юстиниану было около 35 лет.

5. Точный год смерти Ромула Августула не известен. Он был свергнут с престола и пострижен в монахи в 476 году.

6. Первая императорская династия Цезарей (где власть переходила не по родству, а по усыновлению) оборвалась в Риме со смертью Нерона — в 68 году.

7. Юстин Философ (христианский интеллигент 2 века) и император Юстин 1 (дядя — а не дед Юстиниана 1) — это два разных человека.

8. Теодорих Гот стал рексом Италии в 493 году — не самовольно, а по поручению тогдашнего императора Зенона. Он не был «невежей», ибо получил образование в Константинополе.

9. Хосров 2 Парвиз (из династии Сасанидов) был царём Персии в начале 7 века. В эпоху Юстиниана Персией правил Хосров 1 Ануширван (530–579).

10. В 6 веке Грузия ещё не была христианской страной и могла называться только Картли — или Сакартвело. Русское слово «Грузия» произошло от персидского слова «Гюрджистан» («страна Георгиев») не раньше 12 века.

11. Армяно-грузинская династия Багратидов возникла только в 9 веке. Нарзес — имя персидское; христианин не стал бы его носить.

12. Интенсивные войны между Персией и Византией начались после 530 года — когда в Иране была подавлена революция коммунистов-маздакитов.

13. Франки, вандалы, лангобарды и гунны — все эти варвары никогда не были наёмниками Рима или Византии. Гунны как народ исчезли после 463 года.

14. Производство шёлка в Византии началось в конце правления Юстиниана 1. Его технология действительно была похищена из Китая — но подробности этой операции не известны.

15. Династия Тан правила в 618–907 годах. В начале правления Юстиниана Северным Китаем правила варварская династия Тоба Вэй, а Южным Китаем — национальная династия Лян.

16. Правители Византии никогда не посылали в Китай монахов-миссионеров. Но беглые еретики (несториане) в 5 веке проникли из Византии в Иран, затем их последователи — в Великую Степь, а в 7 веке добрались и до Китая.

17. Юстиниану нечему было учиться у сирийских купцов: греки были столь же опытными торговцами.

18. Квестор Трибониан был не экономистом, а главным юристом Юстиниана: он составил Свод Законов Римской Империи.

19. Оденат — полководец 3 века н. э. Именно тогда (при царе Шапуре 1) в Иране было восстание еретиков — последователей пророка Мани.

20. Слово Реконкиста («отвоевание») вошло в обиход в Испании в 9 веке. Греки и византийцы его никогда не использовали.

21. Григорий 1 стал римским папой только в 590 году.

22. Варвары, хозяйничавшие в Италии — готы — были не монофизитами, а арианами.

23. Велизарий был старше Юстиниана и не был его крёстником.

24. Хлодвиг умер в 511 году — задолго до прихода Юстиниана к власти. Он не был союзником ромеев — византийцев.

25. Войско Велизария сначала захватило Карфаген, сокрушило вандалов — и лишь после этого переправилось в Италию, где застряло на многие годы в борьбе с готами и италиками.

26. Оба Сципиона Африканских (победитель Ганнибала и разрушитель Карфагена) не оставили никакого территориального наследия: они умерли в почётной отставке.

27. Помпей действительно отвоевал Испанию у Сертория; но все его владения перешли к Цезарю после битв при Фарсале и при Мунде.

28.Галлия, захваченная франками при Хлодвиге, никогда не возвращалась под власть Империи: она стала Францией.

29. Третий Вселенский Собор происходил в 5 веке: на нём верх одержали еретики. При Юстиниане происходил 5 Вселенский собор, послушный воле базилевса.

30. Юстиниан не надеялся подчинить себе весь Шёлковый Путь. Даже многократные попытки подчинить Иран не удались византийским императорам.

12. *Найдите исторические ошибки в тексте.*

Для удобства текст приводится ещё раз. Фрагменты с историческими ошибками выделены курсивом; номера, которыми они отмечены, соответствуют номерам в последующем списке ошибок и комментариев.

Смутное Время

«Когда-то Кузьма огороды копал — а нынче Кузьма в воеводы попал!» Эта насмешливая песенка московских скоморохов не уязвляет душу предводителя *рязанских дворян*[1]. Да, он — *плебей*[2], и не чувствует себя *на своём месте во главе Московского царства*[4]. Но где они — более достойные лидеры русского народа в пору великих бедствий? *Достойнейшим человеком был первый Самозванец*[3] — упокой, Господи, его душу, ибо *Ты один ведаешь его истинное имя!*[5] Он честно заявил боярам: «*Тень Грозного меня усыновила!*[6]» — и *бояре без споров признали право дерзкого юноши на высшую власть*[7]. Но *зачем добру молодцу жениться на полячке, уже будучи московским царём?*[8] *Земский собор не признал странный брак Дмитрия*[9] — *и московский люд восстал против оккупантов-поляков*[11]. *Самоуверенный царь погиб от случайной стрелы*[10]; царство вновь осталось без хозяина.

Тогда мятежная чернь перенесла свои надежды на другого юношу — *Николая*[12] Скопина Шуйского, *славного подвигами в борьбе против шведов*[13]. Быть бы ему добрым царём на Москве, вслед за *его пращуром — Дмитрием Донским*[12] ! *Но моровая язва унесла князя*[14] Николая в звёздный час, *когда он одолел гетмана Жолкевского*[15] *под стенами Сергиевой обители*[16], вызволил

патриарха Гермогена из многомесячного осадного сидения. Сам патриарх соборовал умирающего победителя — *и заразился от него, и умер неделю спустя*[17]!

Тут у московской власти объявилось множество наследников. *Старый князь Василий Шуйский пожелал стать царём — как дядя героя Николая*[18]. *Битый воевода Жолкевский предложил москвичам королевича Станислава — благо, тот не замешан в смутах и готов принять православие, если того пожелает Земский собор Руси*[19]. Наконец, *казачий атаман Заруцкий предложил*[22] *избрать новым патриархом*[21] *новгородского епископа Филарета — верного соратника последнего законного царя Руси, Бориса Годунова*[20]. Как навести порядок в этом разброде мнений?

Тут сгодилась простая душа рязанского дворянина Кузьмы Минина и тугие кошельки его друзей — купцов Ляпуновых. *Братья Семён и Матвей*[23, 25] уговорили *купеческую гильдию Рязани*[24] обратить церковную десятину на военные нужды и назначить отца *Филарета*[25] казначеем — до тех пор, пока Земский собор не выберет законного царя. Зачем отдавать венец чужому королевичу, *пока в Москве хватает природных князей — Рюриковичей*[26] ?

Можно возвысить самого младшего из них — *Михаила Ивановича Романова Шуйского*[26], внучатого племянника Ивана Грозного. И чтобы впредь не возникало сомнений в законности царского избрания — нужно включить закон о престолонаследии в *новое Соборное Уложение, сиречь Конституцию Руси*[27] ! Пусть *Земский собор мирян и Стоглавый собор иерархов совместно изберут*[28] царя и патриарха; пусть чёрный люд Москвы утвердит их выбор *на вече*[29], как издавна принято на Руси Святой! Глас народа — глас Божий есть!

Эту истину россиянам приходится вновь и вновь доказывать своим соседям. Кузьма Петрович *Минин*[30] доказал её польским кирасирам на Девичьем поле — в виду *белых стен Кремля*[31] и *колокольни Иоанна Златоуста*[32]. Польские удальцы сражались храбро — но жребий Божий выпал не в их пользу. *Безвестный дворянин из Рязани одолел коронного гетмана Жолкевского*[15]; а теперь скоморохи потешаются над спасителем Москвы. Бог им судья! *Пора Кузьме Петровичу уйти в монастырь*[33], не участвуя в распрях победителей. Когда воззвал России глас: «Приди, спаси!» — он встал и спас. Теперь можно отойти в тень: пусть этим шагом скромного героя завершится смутное *лето 7320-е*[34] от Сотворения Божьего Мира!

Список ошибок и комментарии к тексту «Смутное Время».

1. Кузьма Минин был не дворянин, а купец; не из Рязани, а из Нижнего Новгорода.

2. Латинское слово «плебей» не употреблялось в России до 18 века.

3. Первый Самозванец был проклят русской церковью после его гибели; поэтому его мало кто посмел бы назвать достойным человеком.

4. Кузьма Минин никогда не стоял во главе Московского Царства. После изгнания поляков он не занимал важных политических постов.

5. Истинное имя первого Самозванца считалось известным: якобы, это был Григорий Отрепьев.

6. Первый Самозванец никогда не изрекал пушкинские слова о «тени Грозного»: он называл себя истинным сыном Грозного царя, спасённым высшей силой от убийц.

7. Бояре с большим сомнением признали первого Самозванца царём: главным доводом послужили его военные успехи против войск Бориса Годунова.

8. Первый Самозванец женился на Марине Мнишек ещё до своего вторжения в Россию.

9. Земский собор не рассматривал брак «царевича Дмитрия», а лишь утвердил его царём Руси. Позднее Дмитрий 1 именовал себя также императором Руси.

10. Первый Самозванец погиб в 1606 году не от случайной стрелы, а от сабель заговорщиков — бояр. Потом над его трупом надругалась толпа.

11. Москвичи восстали против поляков только в 1610 году — когда те стали бесчинствовать в Москве, где не было законного царя.

12. Воеводу Скопина—Шуйского звали не Николай, а Михаил. Он не был потомком Дмитрия Донского (потомка Александра Невского): род князей Шуйских восходит к Андрею Суздальскому — брату Александра Невского.

13. Скопин—Шуйский воевал в союзе со шведами, против поляков и иных бандитов.

14. Скопин—Шуйский умер после пира — видимо, от отравы. Молва обвиняла в этом его дальнего родича — царя Василия Шуйского (правил 1606–1610 годах).

15. Польский гетман Станислав Жолкевский никогда не сражался с русскими войсками. Он пришёл на Русь мирно — как посланец короля Сигизмунда и его сына — королевича Владислава. Когда стало ясно, что Владислав не приедет — Жолкевский вернулся в Польшу, не желая быть клятвопреступником.

16. Под стенами Сергиева монастыря Скопин—Шуйский разбил разбойничье войско из поляков и казаков, во главе с Сапегой и Лисовским.

17. Патриарх Гермоген умер (1611 год) не от заразы, а от голода или жажды — в Москве, в плену у поляков, которых он проклял за обман с королевичем Владиславом.

18. Василий Шуйский стал царём, как лидер заговора бояр против первого Самозванца. Позднее его свергли лидеры 1 Земского ополчения — дворяне, братья Ляпуновы (1610 год). Вскоре поляки увезли бывшего царя в Польшу, как заложника. Он умер в плену в 1612 году.

19. Королевич Владислав (по происхождению — швед и лютеранин), вероятно, принял бы православие, оказавшись в Москве — в роли царя Руси. Именно поэтому польская знать не отпустила «своего» королевича в Москву.

20. Церковник Филарет (бывший боярин Фёдор Романов) служил епископом не в Новгороде, а в Ростове — после того, как первый Самозванец вернул его из ссылки, куда его отправил его враг — Борис Годунов (в 1600 году).

21. Филарет был назначен (а не избран) патриархом в лагере второго Самозванца — когда тот осаждал Москву, где правил Василий Шуйский.

22. Атаман Заруцкий был противником любой законной власти в Москве. Он предлагал в цари сына Марины Мнишек и первого Самозванца. Позднее Заруцкий и его кандидат были казнены (1615).

23. Братьев Ляпуновых — рязанских дворян, организаторов 1 ополчения — звали Прокопий и Захар.

24. Купеческие «гильдии» появились в России только при Петре 1.

25. Второе ополчение было собрано Кузьмой Мининым и князем Дмитрием Пожарским в 1612 году — после распада 1 ополчения и гибели Прокопия Ляпунова. В это время «нелегальный» патриарх Филарет уже находился в плену в Польше.

26. Князей Рюриковичей на Руси тогда было очень много — хотя бы Дмитрий Пожарский. Но все они были лишь в дальнем родстве с московской ветвью Рюриковичей — Даниловичей. В итоге Земский Собор 1613 года избрал царём юного боярина Михаила Фёдоровича Романова — племянника первой жены Ивана Грозного. Он не был родичем Шуйских.

27. Соборное Уложение (первый вариант Конституции) появилось в России в 1649 году. Слово «Конституция» вошло в русский обиход только при Петре 1.

28. Каждое избрание нового царя Руси утверждалось очередным Земским Собором, в который входили и церковники, и виднейшие миряне (включая делегатов от купцов и, иногда, даже от зажиточных «царских» крестьян). Такие соборы заседали в Москве в 1598, 1605, 1606, 1610, 1613 и 1618 годах.

29. Вече в Москве не собиралось с 14 века. Но в эпоху Смуты традиция веча воскресла: в Рязани (1611) и Нижнем Новгороде (1612) именно вече созывало Земское Ополчение.

30. Минин — не фамилия, а, вероятно, отчество купца Кузьмы. Захарьев—Сухорук — это, вероятно, имя и прозвище его деда. Большинство русских купцов и прочих мещан тогда не имело фамилий.

31. Стены Московского Кремля в начале 17 века уже были красные — кирпичные.

32. В Кремле нет колокольни Иоанна Златоуста: есть колокольня Ивана Великого (при церкви Иоанна Лествичника, разрушенной в 1930 году).

33. Кузьма Минин не уходил в монастырь: он умер в 1616 году, окружённый общим уважением.

34. Лето 7320-е от Сотворения Мира — это 1812 год.

Аналитический обзор

Нынешний конкурс удался на славу: 163 лауреата по Москве (и окрестностям), 34 и 32 из Самары и Оренбурга, 16 питерян, по одному — из Иваново и Волгодонска. Главным источником успехов стали, конечно, ошибки в тексте про Смутное время вообще и про Кузьму Минина в частности. Как не заметить, что он **не** был ни дворянином, ни рязанцем, ни главою русского государства по завершении Смуты! Также легко вспомнить или угадать, что храбрый купец

Кузьма **не** становился мишенью злоязычных скоморохов, не уходил в монастырь — зато он (а не церковник Филарет!) был казначеем Второго Земского ополчения и его вторым воеводой — после князя Дмитрия Пожарского, вовсе не упомянутого в тексте. А вот был ли славный Кузьма Петровичем? Тут споткнулись многие лихие ломоносовцы. Ведь обычные русские купцы в начале 17 века не имели устоявшихся фамилий! Их заменяли отчества и «дедества». Так и с Кузьмой Мининым: Мина — видимо, имя его отца, Захарий — имя деда, а Сухорук — дедовское прозвище, перешедшее на внука. . .

Так собирали необходимые очки многие участники Турнира Ломоносова. А как они их теряли? Очень просто: например, заявив, что князей Рюриковичей в России не осталось после смерти Ивана Грозного — либо его сына Фёдора Иоанновича. А откуда же взялись князья Шуйские или славный князь Дмитрий Пожарский? Они — тоже Рюриковичи, но из других ветвей, в дальнем родстве с московскими Даниловичами (потомками Александра Невского). Например, Шуйские — это потомки суздальских князей, их род шёл от Андрея — младшего брата Невского. Оттого Василий Шуйский был избран царём после свержения первого Самозванца. Избирали его, конечно, бояре и церковники — но чёрный люд Москвы вполне мог нарушить боярские планы путём вооруженного мятежа и вечевой демократии. По **закону** веча тогда давно уже не было — зато была Революция, не уступавшая Смуте 1917 года и превосходившая Смуту 1991 года.

Вспомним, что именно **вече** в Нижнем Новгороде решило собрать Земское ополчение на выручку захваченной поляками Москве — и вручило временную власть Кузьме Минину. Точно так же в октябре 1917 года петроградское вече (сиречь, Съезд Советов рабочих и солдат) вручило власть Владимиру Ульянову, а московское вече в августе 1991 года — Борису Ельцину. Последствия этих дел оказались разные — но так уж положено в революционных ситуациях!

Перейдём к более мирным задачам - например, о том, где и когда «аборигены съели Кука». Большинство ломоносовцев буквально поверили песне Высоцкого — и поместили гибель Кука в «полуденной Австралии», хотя сам Высоцкий подобного не утверждал! Между изучением Австралии и гибелью Кука на Гавайских островах (1779 год) прошло десять лет. Поэт Высоцкий через них легко перескочил: ему можно, он не боролся за приз на турнире Ломоносова!

Совсем страшной на вид была задача 2 — о долго живших правителях. Где только их не искали: от Древнего Египта (Рамзес 2 — 67 лет) до Англии (Виктория — 64 года). Но увы: вокруг этих старцев сгрудились краткосрочные правители! Иное дело — Франция, где 72 года правления Луи 14 окаймлены 33 годами правления его отца Луи 13 и 59 годами правления его **правнука** — Луи 15. Все трое подряд правили 164 года. . . Вы, нынешние — нутка!

А ещё был один египтянин — Пепи 2 из 6 династии фараонов (около 2300 года до н. э.), который один правил более 90 лет. Вместе с его отцом — Меренра Немтьемсефом — тоже набирается более сотни лет. В этой задаче наибольшую эрудицию проявил наш регулярный лауреат — Дима Тяпин из 610 гимназии Петербурга. Он же набрал наибольшее число очков в задаче о Юстиниане — 26 баллов (из примерно 40 возможных).

Кстати: две ровесницы и землячки Димы Тяпина (гуманитарка Майя Шляхтер и математик Карина Буянова из 30 школы) чуть было не утёрли нос всем

москвичам, набрав в задаче о Смутном времени по 38 баллов. Репутацию Москвы и ближнего Подмосковья спасли два удальца: опытный математик Олег Русаковский из Раменского (11 класс) и юный ветеран Дима Федюшко из 8 класса школы 1018. Они тоже попали в «олимпийский» интервал 35–40 баллов. Спасибо им и всем тем, кто с ними успешно конкурировал!

В задаче о современниках Пифагора ломоносовцы продемонстрировали массовую безграмотность, граничащую с безумием. Они решили, что **все** греческие математики были современниками! Раз попался Пифагор — значит, с ним рядом должны стоять Фалес и Евклид, Архимед и Аристотель... Насчёт Фалеса — - верно, но всё остальное — грубое заблуждение. Ведь мало кто, будучи в здравом уме, назовёт современниками Ньютона, Эйлера, Лобачевского и Колмогорова! Тут века разные! А с греками такое самоуправство, вроде бы, дозволено...

Спасибо здравомыслящей Светлане Шишкиной из гуманитарного класса известной математической школы № 57! Она сохранила трезвость и рассудила просто: Пифагор — это же 6 век до н. э.! Кто тогда был в Афинах? Ясно, кто: либо реформатор Солон и тиран Писистрат, либо тот же Писистрат и демократ Клисфен! А в Риме кто? Тоже ясно: последние цари (Сервий Туллий, Тарквиний Гордый) и первые республиканцы: Брут Старший и его друг Валерий Попликола. А ещё в 6 веке расцвела Персидская империя! Вот три её первых царя: Кир, Камбиз и Дарий. А ещё тогда в Китае жил великий учитель Конфуций — и, быть может, его коллега Лао-цзы...

Кого Света упустила в этом перечне? Только Будду в Индии — он был моложе Конфуция всего на десяток лет! Так побеждают и так заблуждаются гуманитарные ветераны...

А где может прославиться гуманитарный новобранец — если он не эрудит по части Кузьмы Минина или Юстиниана? Например, в задаче № 8 — о благородных дикарях. Тут достаточно смекалки и небольшой начитанности. Например, Кристина Войтинская из 7 класса школы № 82 (город Черноголовка). Она вспомнила ирокеза Гайявату и могикана Чингачгука, гольда Дерсу Узала и Отомию — дочь царя ацтеков Монтесумы. Неплохо — в 13 лет! Значит, знакомство с апачем Виннету и «черноногим» Одиноким Бизоном, с зулусами Амбопа и Гагулой, с мудрыми эвенками Улукитканом и Лангарой, с индейцем Инбером из племени Белорыбица — всё это у Кристины ещё впереди. Можно только позавидовать!

Чему **нельзя** позавидовать — так это полному забвению нынешними школьниками покойного геолога и писателя Олега Куваева — автора замечательной «Территории» с мудрым чукчей Кьяэ. Этот автор вдохновил многих будущих геологов — но теперь его заслонил тезка и однофамилец, придумавший «Масяню» для телеэкрана. Только в Оренбурге нашлись школяры, помнящие первого Олега Куваева. Спасибо неистощимой российской провинции! Интересно: кого из достойных людей России помнят лишь в Моршанске и Урюпинске?

Это пока не известно. Ясно другое: имя великого физика Хидэки Юкава знают лишь в Самаре! Все прочие решатели задачи № 9 знакомы либо только с адмиралами 20 века (Того и Ямамото), либо только с полководцами и правителями средневековой Японии (Минамото, Токугава, Тоётоми). В редких случаях школьницы узнавали свою ровесницу — фигуристку Аракава, нынешнюю чемпионку мира. Ещё кто-то вспомнил художника Хокусая; но математиков Кодайра

и Танияма не узнал никто! Зато сколько в этом перечне было «опознано» поэтов и писателей, которых там вовсе не было...

Очень интересная ситуация сложилась в «кёнигсбергской» задаче № 4. Многие школяры вспомнили Иммануила Канта, который прожил там всю жизнь. Но что он успел сделать в науке, прежде чем погрузился в философию? Что-то связанное с происхождением Галактики — или Солнечной системы? Трудно это вспомнить... Зато легко вспомнить «задачу о кёнигсбергских мостах», решённую Эйлером в Петербурге! Эта хитрость школяров не была предусмотрена составителями задачи — но оценивалась нами положительно. Жаль, конечно, что никто не вспомнил открытия Бесселя и Гильберта — но на нет и суда нет!

Очень трудной оказалась последняя задача № 10. Тут мало было дать корректное определение империи: нужно было **проверить** его на предложенных примерах из Древнего мира. Оттого удачных решений было меньше двух десятков. Понятно, что лучшие из них принадлежат старшеклассникам — гуманитариям. Тут отличились ветераны школы № 57: Юра Барсуков, Артём Максов, Ира Седых. Но с задачей № 6 — о «христианнейшем» папе — не справились даже они! Лишь один самородок из Оренбурга сообразил, что сей титул принадлежит либо королю Франции, либо германскому императору. По какому праву он перенесен на папу римского — это выше понимания нынешних простодушных школьников. А ведь д'Артаньян этот анекдот знал! И Александр Дюма — тоже! Жаль, что их никто вовремя не привлёк к Турниру Ломоносова! Или ещё не поздно это сделать? Поживём — увидим.

КОНКУРС ПО АСТРОНОМИИ И НАУКАМ О ЗЕМЛЕ

Вопросы

Отвечайте на **любые** из предложенных вопросов, которые Вам интересны. Достаточно дать правильные ответы на 4 вопроса. Больше — можно. При подведении итогов будут учтены количество правильных ответов, их полнота и Ваш класс (возраст).

1. Почему циклоны идут с запада, а тайфуны — с востока?

2. Почему цвета разные, а цветы — разноцветные? А на других планетах цвета будут такие же или другие?

3. Некто ложится спать около дальней стены комнаты, окно которой смотрит точно на восток, и просыпается, когда солнце утром начинает светить ему в глаза. Всегда ли он будет просыпаться в одно и тоже время? Справедливо ли это для любого города?

4. Где химические реакции **не** происходят?

5. Архимед: «Дайте мне точку опоры, и я сдвину Землю». Сколько времени потребуется Архимеду, чтобы заметно сдвинуть земной шар? Кто впервые «сдвинул» Землю? Кто впервые Землю измерил? Кто впервые Землю взвесил? Кто впервые Землю «обошёл»? Кто впервые Землю облетел? Кто впервые на Землю взглянул «со стороны»? (примечание: знание конкретных имен желательно, но

не обязательно; ответ можно давать также и на вопросы «когда?» или «каким образом?»).

6. Почему Гораций и Овидий называли Луну «трёхликое светило»? Почему у римлян Луна получила прозвище Luna Fallax («обманщица»)? Какой символ для молодой луны применяли древние египтяне?

7. Расставьте следующие понятия в логическую причинно-следственную зависимость: 7 дней каждой фазы Луны, 7 звёзд в Ковше Большой Медведицы, 7 видимых планет, 7 дней творения мира, 7 основных металлов, 7 цветов радуги, 7 небесных сфер. Когда возникла 7 дневная неделя? Правда ли, что Юлий Цезарь ввёл новый календарь (юлианский) для того, чтобы религиозные праздники приходились на определённые дни недели (желательно на субботу или воскресенье)?

8. Как можно узнать расстояния до планет, звезд и галактик? Кто это сделал впервые? Кто наиболее широко «раздвинул» нашу Вселенную?

9. В Санкт-Петербурге ровно в 12 часов дня со стен Петропавловской крепости раздается выстрел из пушки. Теперь это всего лишь дань традиции, сохраняющейся с давнего времени (аналогичные выстрелы традиционно выполняются и в некоторых других городах России). А зачем в свое время понадобилось это вводить? Где ещё существуют подобные мероприятия? Как осуществлялось установление времени в городских и сельских поселениях в древности? На каких физических принципах основывалось действие часов в древности?

10. После Афин–2004 очередную Олимпиаду решили провести на Луне (бег, прыжки, метание, плавание, и т. д.). Какие лунные рекорды превзойдут аналогичные земные достижения и на сколько? В каких видах спорта прогресса не ждать? А как Вы отнесётесь к идее провести на Луне чемпионат мира по футболу?

Ответы и комментарии к вопросам конкурса по астрономии и наукам о Земле

Вопрос № 1. *Почему циклоны идут с запада, а тайфуны — с востока?*

Ответ. Это определяется сложной структурой движения воздушных масс на земном шаре в целом: в экваториальной зоне происходит перенос воздушных масс пассатами с востока на запад; а в средних широтах — западный перенос воздушных масс.

Комментарий. Для начала рассмотрим вертикальную стратификацию воздуха на нашей планете. Поскольку атмосфера находится в поле силы тяжести, то естественно, что давление в атмосфере по мере опускания вниз возрастает, равно как и плотность атмосферы. Кроме этого, в нижних слоях атмосферы выше и температура воздуха. Зависимость температуры от высоты в атмосфере связана с процессами адиабатического охлаждения. Если мы возьмём какой-нибудь объём воздуха и начнём его поднимать (в силу тех или иных причин) вверх, то за счёт падения давления этот объём воздуха начнёт расширяться. В терминах теплофизики он будет совершать положительную работу. А поскольку

воздух при этом не обменивается энергией с окружающей средой, то, в соответствии с законом адиабаты, он будет охлаждаться. Когда наша атмосфера спокойна, такие подъёмы и опускания отдельных объёмов воздуха уравновешиваются, и наша атмосфера стратифицирована (т. е. разделена на слои по высоте): более тёплая внизу, более холодная вверху; и это равновесие сохраняется с течением времени.

Между тем, в воздухе может возникнуть и неравновесная ситуация. Это бывает в том случае, когда по тем или иным причинам организуется дополнительный нагрев атмосферы снизу. Естественно, что самым обычным для нашей планеты в экваториальной зоне механизмом такого нагрева являются отвесные лучи Солнца, которые днём сильно нагревают поверхность океана. Солнечное излучение практически свободно проходит сквозь атмосферу, которая прозрачна, и почти полностью поглощается в поверхностном слое воды (за вычетом энергии отражённого света). Тёплая вода, в свою очередь, нагревает нижний слой атмосферы. Возникает неравновесная ситуация, и над поверхностью океана начинают образовываться восходящие воздушные потоки. Как только какой-либо объём воздуха, довольно сильно нагретый снизу, начинает в такой неравновесной ситуации своё движение вверх, в этом процессе возникает положительная обратная связь. Подъём тёплого воздуха вверх означает освобождение части объёма внизу, соответственно, холодный и более плотный воздух может опуститься вниз, заняв его место, и таким образом высвобождается потенциальная энергия за счёт обмена разных объёмов воздуха. Если мы посмотрим на это движение воздуха в вертикальном разрезе, то увидим, что при этом возникает т. н. конвективная ячейка. Вырастать эти конвективные ячейки могут до 10–12 км, а их горизонтальные размеры могут достигать нескольких сотен километров в поперечнике.

В центре такой конвективной ячейки идёт мощный подъём воздушных масс вверх; соответственно, в центре её у поверхности океана образуется зона пониженного давления. В эту зону, откуда воздух ушёл вверх, устремляются со всех сторон близлежащие нижние слои воздуха от периферии к центру. Этот тёплый воздух над поверхностью нагретого океана, обильный водяным паром, поднимаясь вверх, адиабатически охлаждается. И, как только охлаждение этого объёма воздуха переходит точку росы, содержащийся в нём водяной пар конденсируется из газообразного состояния в жидкое. Происходит образование капелек воды, соответственно, развивается мощная облачность; и из этих облаков начинают идти обильные осадки в виде дождя (тропические ливни). Таким образом, развивающаяся за счёт достаточно сильного подогрева воздуха снизу конвективная ячейка, во-первых, в центре своём организует выпадение большого количества осадков, и, во-вторых, собирает окрестный воздух в приземном слое со всех сторон с периферии в центр.

Теперь давайте вспомним о том, что всё это происходит на вращающейся планете Земля. Вращение планеты для нашей темы имеет самое существенное значение, поскольку с точки зрения механики вращающаяся Земля является неинерциальной системой отсчёта. В известном смысле она подобна вращающейся карусели. В неинерциальных вращающихся системах отсчёта действует специфическая инерционная сила, которая получила название силы Кориолиса.

Рис. 1.

Действие её состоит в том, что любое тело, которое в такой системе отсчёта движется, будет испытывать отклонение вправо от направления своего вектора скорости (в северном полушарии). Соответственно, любой предмет или любое тело, которое у нас в северном полушарии движется, за счёт вращения Земли будет отклоняться вправо. Поэтому те воздушные массы, которые движутся с краёв конвективной ячейки вдоль поверхности Земли, точно также силой Кориолиса будут отклоняться вправо. А соответственно, устремляясь к центру, они не попадут в него, а «промажут» мимо центра, оказавшись чуть правее (см. рис. 1).

Естественно, что, поскольку в центре конвективной ячейки давление ниже (это — область низкого давления), движение воздушных масс продолжится: они опять будут стремиться к центру, но, поскольку он остался от них по левую сторону, они всё время будут поворачивать влево. Таким образом возникает левозакрученная спиральная структура, которая и называется циклоном. Слово «циклон» происходит от греческого слова $\kappa\upsilon\kappa\lambda o\sigma$ или «cyclus» (лат.), то есть «движение по кругу», «цикл». (Исторически это название стало применяться лишь с 20 века, когда метеорологами была надежно установлена спиральная структура циклонов, в т. ч. на снимках с космических аппаратов. Ранее их называли штормами или бурей).

Действие силы Кориолиса на движение воздушных масс имеет две особенности. Во-первых, как было отмечено выше, в северном полушарии циклоны получаются левозакрученные, а в южном — наоборот, правозакрученные (это зависит от проекции вектора скорости движения на ось вращения Земли). И второе — величина силы Кориолиса зависит от географической широты, на которой происходит движение воздуха, как функция $\sin\varphi$; на экваторе она равна 0, на полюсе — максимальна.

Теперь зададимся вопросом: в какую же сторону света такой циклон будет двигаться по поверхности Земли? Будет ли он двигаться на Восток, или, наоборот, на Запад?

Для того, чтобы ответить на этот вопрос, нам нужно обратить своё внимание на так называемую глобальную циркуляцию воздушных масс на планете

Рис. 2.

Земля. Если мы посмотрим (мысленно) на нашу планету в вертикальном разрезе, то заметим, что наша атмосфера подвержена нескольким циркуляционным движениям (рис. 2).

Во-первых, естественно, в тропической зоне атмосфера сильно нагревается отвесными лучами Солнца; и поэтому в тропической зоне планеты происходит подъём воздушных масс. Охлаждение поднимающегося воздуха служит причиной того, что тропическая зона Земли является зоной обильных осадков, и, как следствие, в районе экватора на всех континентах нашей планеты растут влажные тропические джунгли. Естественно, что если в какой-то одной части земного шара воздух поднимается вверх, то в какой-то другой его части он должен опускаться вниз. Почти очевидно, что такой зоной будут полярные области. Действительно, около полюсов Земли воздушные массы из верхних слоёв атмосферы опускаются вниз, — это антициклональная зона или зона повышенного давления. Наиболее ярко этот антициклон выражен на юге благодаря тому, что южный полюс нашей планеты занимает большой материк, покрытый ледовым куполом, — Антарктида. Но устройство глобальной циркуляции нашей атмосферы не так просто — она распадается на три циркуляционные ячейки по широте. Подъём воздуха кроме тропической зоны осуществляется ещё и в зоне средних широт; а его опускание вниз помимо полярных областей происходит также на уровне тропиков. Поскольку воздух, опускающийся из верхних областей атмосферы вниз, уже не содержит водяного пара (он выпал дождём при подъёме), в районах тропиков у нас находятся области пустынь. Таким образом, вся атмосфера нашего земного шара разбита на три глобальные циркуляционные ячейки (рис. 2). Одна из них — от экватора до тропиков, и вдоль поверхности Земли воздух от тропиков перемещается к экватору. Вторая ячейка расположена от тропиков до средних широт; воздух опускается в районе тропиков, а потом вдоль поверхности Земли он движется на север к средним широтам, и у средних широт вновь поднимается вверх. Опять-таки за счёт этого в средних широтах образуется вторая зона осадков и увлажнения. И, наконец, третья ячейка, — полярная — это подъём воздуха в средних широтах, опускание его в полярной зоне и движение вдоль поверхности от полюса к средним широтам.

Рис. 3.

Нужно подчеркнуть, что эти циркуляционные зоны являются поясами, охватывающими всю нашу планету. Таким образом, те воздушные массы, которые движутся вдоль поверхности Земли, например, от Тропиков к Экватору, будут двигаться первоначально с Севера на Юг. Но за счёт действия силы Кориолиса они будут постоянно испытывать отклонение вправо, и в результате они будут двигаться не просто с Севера на Юг, а ещё и на Запад (рис. 3).

И поэтому в экваториальной зоне земного шара (в зоне от Тропиков до Экватора) господствуют ветра, которые называются пассатами, — они дуют с Востока на Запад, и в экваториальной зоне происходит перенос воздушных масс в западном направлении. Соответственно, те циклоны, которые возникли в тропической зоне, точно также начинают двигаться с Востока на Запад. Во второй циркуляционной ячейке, между Тропиками и средними широтами, воздушные массы вдоль поверхности Земли первоначально могли бы двигаться с Юга на Север. Но опять-таки, под действием силы Кориолиса они будут отклоняться вправо, и начнут двигаться на Северо-восток или на восток. Поэтому в средних широтах обоих полушарий у нас господствует «западный» перенос воздушных масс. И те циклоны, которые возникли в этой средней зоне, движутся с Запада на Восток, подчиняясь общему движению западных ветров.

Тропические циклоны являются гораздо более мощными по количеству содержащейся в них энергии; они сопровождаются гораздо более сильными ветрами, и приносят на побережья материков гораздо более сильные разрушения. Поскольку они приходят с восточного направления, то действию тропических циклонов подвергаются в основном восточные берега материков. В частности, по-китайски «тай фын» означает «сильный ветер» — тайфун. На восточный берег Азии накатываются тропические циклоны, которые родились под действием солнца на просторах Тихого океана. За счёт развития их спиральной структуры, которая является очень устойчивой, и за счёт перемещения циклонов постоянно на новые территории в направлении на запад, высвобождаются всё новые и новые порции потенциальной энергии, запасённые тёплым воздухом океана, и поэтому циклоны, движущиеся по протяженным траекториям над тропическими океанами, обладают очень мощной разрушительной энергией. В Атлантическом океане также возникают тропические циклоны, которые в этом районе земного шара носят название ураганов. Они также движутся с Востока на Запад

и приходят на Восточное побережье Американского континента. Как правило, мы узнаём об ураганах, которые обрушиваются на побережье Кубы, Флориды и другие районы побережья Америки.

В средней части Атлантического океана господствует тёплое течение Гольфстрим. И поэтому в средних широтах именно Гольфстрим является тем источником тепла, который подогревает воздух снизу сверх нормальных значений температуры, и образует в средних широтах неравновесные ситуации в атмосфере. Нагрев воздуха Гольфстримом образует циклоны средних широт, которые, зародившись в Атлантике, западными ветрами выносятся на западное побережье Европы. Сюда они приходят, конечно, не в виде тропических тайфунов с энергией 10^{18}–10^{19} Джоулей, а в виде хотя и на 1,5–2 порядка менее мощных, но тоже очень серьёзных штормов, со скоростями ветра 30–40 м/с, сопровождаемых большим количеством осадков.

Вопрос № 2. *Почему цвета разные, а цветы — разноцветные? А на других планетах цвета будут такие же или другие?*

Комментарий. Прежде всего необходимо подчеркнуть, что вопрос этот участвует в конкурсе по астрономии; и поэтому не вполне были правы те, кто подумал, что это вопрос по лингвистике и начал разбирать различия между словами «цвет», «разноцветный» и т. д.

Физический (и астрономический) смысл этого вопроса состоит в разнице воспринимаемых нами цветов, как физических (оптических) свойств объектов. Данное слово «*цвет*» (во множ. числе — *цвета*) в русском языке соответствует — *color* (лат), *color* (англ), *couleur* (фр). Напротив, *цветы* — это специфический орган размножения покрытосеменных растений (биол.) и этот термин соответствует — *flos* (лат), *flower* (англ), *fleur* (фр). От этого же слова «цветы» происходит и название всего царства растений — «флора». Так что только в русском языке, к сожалению для некоторых участников Турнира, эти слова столь близки по звучанию, будучи столь разными по смыслу.

Для объяснения цветов в физическом смысле нам окажутся необходимыми процессы излучения света, его преломления, отражения, поглощения и, наконец, восприятия различных цветов.

Вся наша Вселенная заполнена электромагнитными полями; и возмущения этих полей называются электромагнитными волнами. Человек способен воспринимать только очень узкий диапазон частот электромагнитных волн; этот диапазон называется видимым светом.

Рассмотрим процессы излучения и преломления света. Любое нагретое тело начинает излучать электромагнитные волны. В качестве примера такого тела можно указать, например, Солнце. Нагретые тела излучают самые разные частоты электромагнитных волн; в общем случае — все; т. е. они излучают сплошной спектр частот или «континуум», точная величина которого определяется законом излучения Планка. Если такой свет в процессе своего распространения испытает процесс преломления, например, в капельке воды, то мы увидим такое замечательное явление, как радуга. Человечество наблюдает радугу уже много тысяч лет, точнее, — всегда, пока оно существует. Такие же радужные

лучи мы можем увидеть на гранях прозрачных твёрдых тел, например на кристаллах льда. Наиболее известным своей игрой светом разных цветов является огранённый алмаз — благодаря своему весьма высокому показателю преломления. Собственно бриллиант специально и подвергают столь сложной ювелирной обработке, чтобы взаимное расположение отражающих и преломляющих граней в таком кристалле находилось под строго определёнными углами и создавало столь знаменитую игру цветов.

Исаак Ньютон первым подошёл к этому вопросу с научной точки зрения и провёл свой знаменитый опыт с трёхгранной стеклянной призмой. Он направил пучок солнечного луча, проведённого через узкое отверстие, на трёхгранную призму и с удивлением обнаружил, что первоначальный белый солнечный свет на выходе из призмы распался на целый набор радужных цветов, отличающихся друг от друга по направлению. Это был столь неожиданный для него результат, что он даже воскликнул: «spectra!», что весьма примерно можно передать, как «чёрт побери» (*spectre* = призрак или привидение, англ.). С тех пор феномен разложения солнечного света на разноцветные лучи называется спектром. Все школьники знают, что в спектре Солнца можно выделить 7 условных цветов, следующих друг за другом в следующем порядке: красный, оранжевый, жёлтый, зелёный, голубой, синий, фиолетовый. Все наверное слышали, что для того чтобы получше и полегче запомнить порядок цветов в радуге существует такое забавное мнемоническое правило: «**К**аждый **О**хотник **Ж**елает **З**нать **Г**де **С**идит **Ф**азан».

Нужно также напомнить, что в добавление к этим 7 цветам есть ещё белый цвет, который является синтезом всех 7-ми названных, — из белого цвета мы можем получить радугу (разложить его на цвета), а затем, при желании, мы также можем собрать радугу вновь в белый цвет (синтезировать его). Второй дополнительный цвет — это чёрный цвет, как отсутствие света тех или иных цветов.

Если мы будем поворачивать освещённую призму на небольшие углы, то в наши глаза будут попадать световые лучи разных частот, соответственно, мы увидим свет разного цвета. На самом деле, весь спектр солнечного света можно разбить не на 7, а на сколько угодно разных цветов, поскольку там нет 7-ми раздельных цветов, а все цвета плавно переходят друг в друга в зависимости от частоты излучения. Если мы будем брать диапазон частот света очень узкий, то получим так называемые спектрально чистые цвета. Если диапазон частот стремится к 0, то таких спектрально чистых цветов можно выделить неограниченно много.

Помимо плотных нагретых тел в природе существуют также и разреженные газы, которые могут излучать уже не сплошной континуум, а только наборы отдельных частот, которые определяются внутренней структурой самих атомов и называются спектральными линиями. Излучение спектральных линий возможно тогда, когда атомы свободны, и их внешние электронные оболочки не возмущены воздействием соседних атомов. Исследованиями спектральных линий занимается раздел физической оптики, который называется спектроскопией. В качестве примера такой спектральной линии можно привести линию $H\alpha$ — первой линии Бальмеровской серии атома водорода, которая попадает в видимый диапазон света, имеет красный цвет и играет весьма большое значение в астро-

номии. Внешние части Солнца, состоящего в основном из водорода, интенсивно излучают в линии Hα.

Излучателями узких спектральных линий являются также лазеры. Как правило, они настроены на частоту излучения, определяемую их рабочим веществом. Существуют также лазеры с перестраиваемой частотой излучения. Можно плавно и непрерывно изменять частоту такого лазера, — также плавно и непрерывно будет изменяется и цвет исходящего излучения.

Цветом является именно частота электромагнитного излучения, поскольку длина волны может изменяться в зависимости от оптической плотности среды, в которой распространяется свет. Если мы, например, наблюдаем зелёный свет в вакууме, то мы и видим его зелёным; в атмосфере, где показатель преломления близок к 1, мы также увидим его зелёным; если же мы погрузимся под воду ($n = 1{,}33$), то длина волны излучения в соответствии с показателем преломления среды уменьшится, однако частота колебаний останется той же, и этот луч и под водой мы будем видеть такого же зелёного цвета, как и в вакууме.

Рассмотрим процессы отражения и поглощения света. Все природные вещества и материалы отличны друг от друга: они различаются по сортам молекул, из которых они состоят, они различаются также и по структуре расположения молекул вещества. Примером таких различных структур химически однородного вещества могут служить уголь и алмаз, состоящие из углерода, но столь различные как по своим механическим, так и оптическим свойствам. Когда на вещество снаружи падает электромагнитное излучение, в результате взаимодействия с молекулами вещества происходит его отражение от поверхности. Специфическим материалом являются металлы, поскольку в металлах имеются свободные электроны. Вследствие этого металлы обладают высокой электрической проводимостью, что и отличает их от других веществ. Падение электромагнитных волн вызывает движение свободных электронов, и при этом происходит почти полное отражение энергии пришедшей электромагнитной волны обратно во внешнюю среду. Если поверхность металла тщательно отполировать, то получится зеркало — поверхность, которая падающие световые волны отражает полностью без какого либо изменения спектра их частот, т. е. цвета. Примером зеркального отражения может служить и поверхность воды при падении лучей света под малым углом, поэтому на поверхности луж или озёр мы также можем наблюдать зеркальные отражения окружающих предметов. При этом также полностью сохраняются их первоначальные цвета. Можно сказать, что зеркало само по себе бесцветно.

Если материал не является зеркальным, а содержит в себе какие-либо волокна или отражающие шарики, то такой материал будет производить многократное отражение падающего света, что приведёт к рассеянному (диффузному), а не зеркальному отражению. Если процессы диффузного отражения безразличны по отношению к частоте падающего света, и на материал падает белый свет всех частот, то отражаться также будут все частоты в равной степени, т. е. белый свет. Если это волокнистый материал, то это может быть, например, белый лист бумаги; если это капельки воды, — то это будет белое облако или туман; если кристаллики льда, — то это будет белый снег. Если это отражающие шарики в жидкости, то это может быть, например, белое молоко. Если на диффуз-

но отражающий материал падает свет определённой частоты, то отражаться, естественно, будет свет той же частоты, что и падающий. Если мы посветим красным фонариком на бумагу, то мы увидим, что это красная бумага; если мы посветим зелёным светом на молоко, то мы увидим зелёное молоко.

Некоторые материалы, которые поглощают световые волны всех частот, кажутся нам чёрного цвета; примерами могут служить угольная сажа, состоящая из хлопьев углерода, чернозём, чёрный бархат, имеющий густую структуру волокон. Примером тела, поглощающего абсолютно все падающие на него электромагнитными волны, является физическая модель абсолютно чёрного тела. Оно потому и абсолютно чёрное, что все поглощает и ничего не отражает.

Большинство природных и искусственных материалов обладает свойствами неоднородного и неравномерного по частотам отражения света. Материалы, как правило, имеют полосы поглощения света, — те частоты, которое они поглощают, и полосы отражения с тем или иным коэффициентом отражения. Та часть падающего света, которая сможет отразится от этого предмета, и формирует цвет предмета, как мы его видим. Примером являются хлоропласты в растениях, которые благодаря свойствам хлорофилла в отражённом свете придают растениям зелёный цвет. Белок гемоглобин в крови содержит железо и отражает в основном красный свет, поэтому кровь красная (у некоторых рыб имеется кровообращение на основе соединений меди и, соответственно, голубая кровь). Ещё одним красящим веществом являются каротины, которые отражают красные, оранжевые и желтые цвета спектра и окрашивают в красный цвет морковь; а осенью, когда в листьях под действие заморозков происходит разрушение хлорофилла, каротины начинают доминировать в окраске листьев, и наступает «золотая осень».

Примером селективного отражения являются и все красители, которые существуют в природе или применяются человечеством. Красители обеспечивают именно избранное, относительно узкое отражение полосы частот из всего спектра падающего света. Таким простейшим красителем может быть красная глина, используемая первобытными людьми для раскрашивания тела в воинственных целях. Другим примером целенаправленного покраснения может служить использование известного, но весьма редкого красного красителя «пурпур». Он добывался из особого вида моллюсков, и его всегда было очень мало. Поэтому ткани, окрашенные в пурпурный ярко красный насыщенный цвет, раньше были очень дорогими и использовались, как правило, на изготовление мантий для царей, императоров, кардиналов и других высокопоставленных чиновников.

В качестве примера окрашенных сред можно привести природные кристаллы: драгоценные и полудрагоценные камни, которые так и называются — самоцветы.

В зависимости от того, из каких минералов они сложены, и какие сорта атомов определяют прохождение света через них, самоцветы могут быть зелёными, как изумруд, красными, как рубин, синими, как сапфир, или другими. Благодаря своей красоте и редкости, самоцветы всегда привлекали к себе внимание тщеславных людей (сейчас производство алмазов, фианитов и других драгоценностей выполняется промышленным образом в неограниченных количествах).

Применение различных красителей позволяет производить смешение цветов. Например, если на поверхность нанести несколько разных красителей в смеси,

то от падающего белого света они будут отражать каждый свой участок спектра и добавлять в наблюдаемый нами предмет ту или иную долю своих цветов. Именно этим пользуются художники, когда, применяя разные краски и смешивая их в разных пропорциях, они добиваются тех или иных цветов на своей палитре. Есть целый раздел науки, который занимается исследованиями цветов и оттенков и называется колориметрия. За счёт смешения разных цветов в колориметрии различается огромное количество, — до 100 000 цветов и оттенков.

Ещё можно привести пример светофильтров. Это прозрачные среды, которые осуществляют выборочное селективное поглощение определенных частот при пропускании света сквозь них. Самым обычным примером такого светофильтра является наша земная атмосфера, которая пропускает свет видимого диапазона, но задерживает ультрафиолетовое излучение и всё более коротковолновые электромагнитные волны, защищая нас от них. За счёт рассеяния и поглощения света в атмосфере, например, наше дневное светило может принимать довольно широкий диапазон своих цветовых оттенков. Солнце может быть белым, когда атмосфера тонкая, как в высокогорье, или чистая («Белое солнце пустыни»); при возрастании поглощающего слоя атмосферы солнце может становиться жёлтым, теряя свою коротковолновую часть спектра; наконец, солнце на закате, когда его лучи проходят огромную толщу атмосферы под косым углом, становится тусклым и красным. Прекрасным примером игры оттенков цветов при различном освещении является серия картин Моне «Руанский собор» — утром, днём и вечером. Совершенно очевидно, что сам собор всегда один и тот же; солнце, которое освещает его, за пределами атмосферы также совершенно одинаковое; однако изменения атмосферного состояния утром, днем и вечером рождают совершенно фантастические краски, которые и отражены художником.

Еще одним примером светофильтров являются т. н. двухцветные стереокартинки, которые рассматриваются через двухцветные очки. Как правило, используются два взаимно независимх участка спектра: зелёный и красный. На одну и ту же картинку печатаются два изображения, снятых с разных точек зрения; одна картинка для правого глаза печатается красным цветом; другая — для левого — зелёным. Чтобы рассматривать такую картинку, нужно надеть цветовые очки, в которых светофильтр перед правым глазом будет красный, а перед левым — зеленый. Соответственно, каждый из наших глаз, вооружённый своим фильтром, увидит только ту цветную картинку, которая предназначена именно для него, а другое изображение будет полностью поглощено фильтром. Через зелёный фильтр мы увидим только зеленую картинку; через красный — только красную. Поскольку мы привыкли весь мир видеть двумя глазами, которые находятся на известном расстоянии друг от друга, то наш мозг воспримет такие разные в каждом глазу двуцветные картинки, как изображение одного объекта, и построит в нашем сознании пространственно раздвинутое изображение представленных объектов.

Наконец, необходимо сказать несколько слов о восприятии световых волн разных частот, или о цветовом зрении. На нашей планете нам известно несколько типов органов зрения живых организмов. Самые простые — это светочувствительные клетки, в которых под действием падающего света могут происходить те или иные фотохимические реакции. Они могут вырабатывать

и электрические импульсы. Большинство наземных видов животных обладают способностью реакции на свет, начиная с простейших. Известна, например, реакция на свет у амёб. Более сложным приёмником электромагнитного излучения и органом зрения являются т. н. фасетчатые глаза насекомых. Они представляют собой целую матрицу светочувствительных клеток, и перед этой матрицей на внешней стороне глаза расположена сетчатая структура, которая ограничивает поле зрения каждой светочувствительной клетки малым углом, т. н. коллиматор. Соответственно на матрице клеток строится мозаика изображения от внешнего объекта, каждый элемент которого соответствует определённому направлению луча зрения. Глаза насекомых в этом отношении очень похожи на устройство и действие CCD матриц в цифровых фотоаппаратах и видеокамерах. У наиболее развитых животных имеются собственно глаза — наиболее сложные органы зрения, представляющие собой оптическую систему из диафрагмы (зрачок и радужная оболочка), объектива (хрусталик), камеры (глазное яблоко) и фокальной плоскости (сетчатка), подобную устройству фотоаппарата. Хрусталик строит изображение наблюдаемого через зрачок окружающего мира на внутренней сторонне сетчатки глаза, где находятся различные светочувствительные клетки. Прежде всего это т. н. «палочки», чувствительные ко всему диапазону видимого света, и чья задача в основном состоит в том, чтобы интегрировать весь приходящий в глаз световой поток и строить изображения в условиях слабой освещенности. Другой тип светочувствительных клеток сетчатки глаза — это «колбочки», названные так из-за своей характерной внешней формы. Они обладают свойствами спектральной чувствительности и предназначены для различения цветов при ярком свете. В глазу человека специалисты выделяют три типа колбочек, чувствительных в основном к красному, зелёному и синему участкам спектра. У птиц разных типов колбочек обнаруживается уже 4; птицы и некоторые виды насекомых воспринимают и более коротковолновое излучение, чем млекопитающие, включая ультрафиолетовый свет, который мы уже не видим.

Более того, известно, например, что муравьи способны воспринимать даже поляризацию приходящего от неба рассеянного излучения, и по направлению поляризации определять направление на Солнце и, соответственно, на свой родной муравейник. Некоторые змеи обладают специфическим органом, чувствительным в инфракрасной области спектра. Это конечно, не глаза в ИК диапазоне, а скорее теплолокаторы, которые позволяют им охотиться на теплокровных животных, — своего рода «прибор ночного видения». Промышленные приборы ночного видения производят преобразование излучения в ИК диапазоне в видимый диапазон, который мы можем наблюдать уже своими глазами.

Если мы вновь возьмём лазер с перестраиваемой частотой излучения, то мы можем плавно воспроизвести свет различной частоты. При взгляде на него в нашем глазу будут реагировать различные группы колбочек, чувствительные в различных диапазонах спектра. Мы не увидим никаких резких переходов между различными цветами, а увидим именно плавный переход от одного соседнего цвета к другому.

В случае смешанных цветов и оттенков происходит сложная картина воз-

буждения в различных типах колбочек, а впоследствии синтез полученных от них сигналов нашем мозгу в виде тонких различий в оттенках воспринимаемого цвета. Обработка цветовых сигналов — это такой же сложный процесс нашей высшей нервной деятельности, как построение и распознавание образов, т. е. изображений. В случае нарушений деятельности тех или иных типов колбочек могут наступать такие заболевания, как дальтонизм, т. е. невосприятие тех или иных цветов, или их неправильное восприятие.

В случае недостаточного освещения чувствительность колбочек падает, и мы попадаем в режим т. н. «сумеречного зрения», когда работают в основном палочки. При ночном зрении роль цветовых различий уменьшается, и мы стараемся уловить только контуры тех предметов, которые мы ещё способны различать. Не случайно бытует поговорка «в темноте все кошки серы». Таким же ночным зрением обладают животные, которые являются ночными или сумеречными хищниками. Если мы возьмём филина и поместим его на яркий дневной свет, то он от непривычки ничего не сможет видеть. Ночью он также не различает цвета. Аналогично ограниченным цветовым зрением обладают глубоководные рыбы, живущие в условиях крайне ограниченной освещённости глубин океана. В качестве примера известных заблуждений о цветовом зрении животных можно привести пословицу «действует как красная тряпка на быка». На самом деле бык не различает красного цвета; его раздражает само движение материи перед его мордой.

А теперь вернёмся к растениям. В листьях растений для осуществления процесса фотосинтеза хлорофилл поглощает красный и синий участки спектра, и в отраженном свете мы видим листья и другие части растений именно зелеными. Что касается цветов в качестве органов размножения растений, то их главной задачей является привлечение опылителей данного растения, которые этот процесс размножения и будут осуществлять. Здесь растение использует очень многие приёмы и свойства: прежде всего, это запах, который действует на больших расстояниях; это размеры и форма цветков, и, конечно же, их цвет. Чем более привлекательным будет цветок растения, более ярким по цвету, тем успешнее он выполнит свою задачу размножения. Цветы «расцветают» за счёт того, что в них вырабатываются различные пигменты, обеспечивающие смешанные цвета этих частей растений. Прекрасным примером такого разноцветья является картина Боттичелли «Весна», на фоне которой специалисты насчитывают несколько сотен различных видов цветущих растений.

В царстве животных цвета также очень важны: окраска животных позволяет им либо осуществлять мимикрию, т. е. сливаться с окружающей средой и быть незаметными, либо наоборот — принимать вызывающие и угрожающие яркие окраски.

Наконец, человечество применяет и технологические имитации цветов, которые реализованы в виде системы под названием RGB по трём основным цветам: красный, зеленый, синий. Важно подчеркнуть, что в отличие от бесконечных вариаций спектрально чистых цветов и от бесконечно сложных смешанных цветов в природе, технические цвета RGB являются именно и только лишь набором трех разных красок. Этот трёхцветный набор используется во всех процессах цветной печати, в цветном телевидении и на мониторах компьютеров. Выби-

рая разное соотношение интенсивностей сигналов RGB, отнесённых к одному элементу изображения, можно добиваться подобия того или иного цветового оттенка. То, что это всего лишь подобие цветов в техническом исполнении, каждый может убедиться сам, пройдясь мимо стеллажей магазина телевизоров и увидев, что один и тот же фильм, транслируемый по телевизорам разных фирм, на экранах приобретает явственно отличные цветовые оттенки. В этом смысле можно сказать, что в таких отраслях человеческой деятельности, где именно оттенки сложных составных цветов играют большое значение для нашего восприятия и ощущений, например в живописи (особенно это относится к живописи импрессионистов), совершено невозможно правильно передать картины мастеров через систему технических цветов. В этом смысле рассматривать, например, картины Тёрнера на репродукциях или мониторах, — это просто себя не любить: все оттенки будут неизбежно потеряны.

Наконец, вернёмся к астрономии, и заметим, что здесь цвета также очень важны. В первую очередь огромную, даже подавляющую часть наших астрономических знаний о других небесных объектах мы получаем именно с помощью спектроскопии. Астрономы принимают возможно большую часть светового излучения от светил и проводят спектральный анализ. Для исследования тонких эффектов формы спектральных линий могут применяться спектрографы с очень высоким спектральным разрешением — до 5000000 относительных единиц (отношения спектрального диапазона к собственной частоте).

Помимо спектральных линий используются и широкие цветовые полосы в спектрах излучения. В астрономии применяются несколько цветовых систем; наиболее употребительная называется UBVR (ultraviolet, blue, visual, red = фиолетовый, синий, зелёный, красный). Эти цветовые системы необходимы для анализа распределения энергии в спектре излучающих объектов. Для этого используют также «показатель цвета» звёзд — разницу звёздных величин одного объекта в разных диапазонах (U-B, B-V). Цвета являются существенными характеристиками звезд. В зависимости от их спектральных особенностей звезды разделяются на несколько спектральных классов: OBAFGKMN — общепринятая спектральная шкала Пикеринга. По этой шкале наше Солнце является звездой класса G5 — жёлтый карлик. Спектральные классы и показатели цвета звёзд определяются в первую очередь их температурой: на горячем конце звезды класса O — голубые гиганты с температурой до 20000 K; на холодном конце спектра — звёзды типов M и N — красные гиганты с температурой внешних слоёв поверхности около 3000 K. Температура нашего Солнца составляет около 6000 K на поверхности.

Благодаря тому, что человечество обладает космическими спутниками и имеет возможность выводить телескопы за пределы земной атмосферы, астрономия сейчас является всеволновой наукой космического базирования и принимает весь диапазон электромагнитного излучения от длинных радиоволн через субмиллиметры и видимый дипазон в ультрафиолет, и далее — рентгеновские и гамма лучи. Во всех этих спектральных диапазонах имеются свои излучающие объекты, волны от которых принимают те или иные космические аппараты.

В отношении планеты Земля можно подчеркнуть следующую особенность «цветности» нашего мира. Нас освещает звезда — жёлтый карлик Солнце, и мак-

симум излучения солнечной энергии, в соответствии с законом Планка для излучения абсолютно чёрного тела, приходится на середину видимого диапазона. Важным совпадением является тот факт, что в этой же середине видимого диапазона находится и максимум прозрачности нашей земной атмосферы; она задерживает все более коротковолновые и энергичные излучения, не допуская их до поверхности Земли, и защищая нас от них. В инфракрасной и субмиллиметровой области спектра земная атмосфера имеет обширные полосы поглощения водного пара, метана, углекислоты и других газовых составляющих. Поэтому не случайно, что максимум чувствительности нашего дневного зрения также приходится на середину видимого диапазона — зелёный цвет.

В отношении других планет солнечной системы можно сказать следующее. Их освещённость зависит от расстояния до Солнца; чем более ярко освещена планета, тем сильнее для нашего зрения будет происходить «отбеливание» цветов. Высокая интенсивность освещения превышает нашу зону оптимальной цветовой чувствительности, и цвета станут более блёклыми. Наоборот, на дальних планетах будет реализовываться ситуация, аналогичная земным сумеркам, соответственно, мы также будем терять нашу цветовую чувствительность из-за падения контраста цветов. Утрата нашего цветового восприятия будет происходить и в случае нашего погружения в толщу атмосфер тех или иных планет, аналогично погружению в толщу земного океана. Основные цвета на планетах разные. На Венере атмосфера очень плотная, с густым слоем облаков из капелек серной кислоты. Небо на Венере имеет желтоватый оттенок, и весь венерианский мир окрашен жёлтыми тонами. Общий уровень освещённости меньше, чем на Земле, и соответствует земной пасмурной погоде. На Марсе наиболее распространены породы красного цвета, содержащие окислы железа; из-за них Марс получил название «красной планеты». При пыльных бурях в атмосферу Марса попадает большое количество твёрдого аэрозоля (пыли), и возможно наблюдение марсианских закатов зелёного цвета.

На Луне, поскольку там нет атмосферы вовсе, мы будет наблюдать аналог чёрно-белого мира, — резкие контрасты между ярко освещёнными участками прямого Солнца, и глубокой темнотой затенённых участков поверхности.

На планетах других звёзд будет изменяться цвет центральной звезды в зависимости от её температуры (голубой, белый, жёлтый, оранжевый, красный) и, соответственно, цветовая гамма на поверхностях и в атмосферах планет. Цветовая палитра миров других планет других звёзд может оказаться совсем другой, нежели привычная нам.

Ещё несколько замечаний относительно цветов источников излучения. Возможны процессы люминесценции и флуоресценции. Когда вещество находится под действием коротковолнового излучения (УФ или рентгеновских лучей), или оно испытывает возбуждение электронным ударом, происходит возбуждение атомов и затем переизлучение энергии в видимом диапазоне света. По этим механизмам в видимом диапазоне светится большинство газоразрядных ламп дневного света. Еще есть эффект т. н. «нелинейного рассеяния», когда от одного коротковолнового фотона могут образовываться 2 или 3 вторичных фотона. Энергия первоначального фотона делится между ними на несколько частей и также может попадать после этого в диапазон видимого света. В этих случаях

мы можем наблюдать свечение того или иного цветового оттенка без первоначального освещения на этой же частоте.

Наконец, необходимы замечания, связанные с теорией относительности. И в общей, и в специальной теории относительности (ОТО и СТО) возможны ситуации т. н. «красного смещения». Если излучающий объект находится в сильном поле тяготения, то фотоны, вышедшие из этого поля тяготения и наблюдаемые нами извне, потеряют часть своей энергии, и их цвет станет более красным. Точно также, в далеких галактиках, которые удаляются от нас с большими (субсветовыми) скоростями, наблюдается смещение линий их излучения в красную сторону спектра за счет эффекта Доплера. Таким образом, в специальных случаях очень больших масс и очень больших скоростей мы можем наблюдать изменение цветов первоначально излучаемого света от планет, звезд и других небесных тел.

Вопрос № 3. *Некто ложится спать около дальней стены комнаты, окно которой смотрит точно на восток, и просыпается, когда солнце утром начинает светить ему в глаза. Всегда ли он будет просыпаться в одно и тоже время? Справедливо ли это для любого города?*

Ответ. Время «пробуждения» будет весьма различаться в зависимости от сезона года, от широты места наблюдения, от конфигурации окна.

Комментарий. В данном вопросе мы специально не будем рассматривать ситуации, когда имеется закрытый горизонт, застроенный небоскрёбами, когда на небе пасмурно, когда на окно повешены занавески, и когда человек отвернулся спать лицом к стене. Поскольку все эти аспекты, многократно упоминавшиеся участниками Турнира, всё-таки не относятся к вопросам астрономии. Самый главный эффект, которые многие, естественно, указали, это то, что у нас имеет место зависимость изменения долготы дня в зависимости от времени года, сезона. Летом рассветает раньше, зимой — позднее, поскольку Солнце восходит в разные сезоны не в одно и тоже время по нашим часам. Это определяется наклоном оси вращения Земли относительно плоскости земной орбиты вокруг Солнца. Величина этого наклона составляет 23,5 градуса (точнее, наклон эклиптики к экватору для эпохи $\mathrm{T} = \mathrm{J}2003{,}5$ принят $\varepsilon = 23^\circ{,}438836 = 23^\circ 26' 19''{,}81$). Поскольку Земля, вращаясь вокруг своей оси, сохраняет направление оси вращения в пространстве (в первом приближении, без учёта прецессии и нутации), то в разных частях орбиты Северный полюс Земли может быть либо наклонён в сторону Солнца на эту величину (23,5 градуса), либо, наоборот, отклоняться от него. Соответственно, в Северном полушарии наступает сначала лето, через полгода — зима. Когда мы смотрим с Земли, Солнце движется по небу по линии, называемой эклиптикой. Это есть отражение орбиты Земли на нашу небесную сферу. Естественно, что эклиптика точно также наклонена на угол 23,5 градуса по отношению к небесному экватору.

22 июня наступает летнее солнцестояние, когда солнце поднимается максимально высоко, достигает высшей точки движения на небе. Через полгода, 22 декабря, наступает зимнее солнцестояние, когда солнце имеет отрицательное склонение $-23{,}5$ градуса. Нужно подчеркнуть, что небесный экватор и эклиптика являются большими кругами небесной сферы, это круги, центры которых

проходят через центр сферы. А в суточном движении летом и зимой Солнце на небе совершает малые круги небесной сферы. Линии движения Солнца по небу аналогичны земным параллелям. В летнее солнцестояние оно поднимается максимально высоко, и суточный круг солнца на небе соответствует тропику Рака на поверхности Земли (географическая широта $\varphi = 23°,5$ северной широты). Зимой суточная линия движения Солнца соответствует тропику Козерога на Земле ($\varphi = 23°,5$ ю. ш.). Если рассмотреть эти круги на небесной сфере, то естественно, что в летний период бóльшая часть траектории движения солнца находится выше горизонта, соответственно, день продолжительнее ночи. В зимний период — наоборот, над горизонтом возвышается меньшая часть суточного круга движения солнца, и поэтому зимой день короче ночи.

Если посмотреть на точку восхода солнца, в направлении на восток (E), то можно заметить, что точно на востоке солнце восходит всего лишь 2 раза в году — это дни равноденствий, — весеннее 21 марта и осеннее 23 сентября. В летний период точка восхода солнца будет располагаться севернее востока, а в зимнее полугодие — наоборот, южнее. Соответственно, в тот момент времени, когда зимой солнце восходит над горизонтом (наступает зимний рассвет), положение летнего солнца, соответствующее этому моменту времени, находится существенно выше горизонта, то есть «летнее» солнце в это время суток уже давно взошло и находится высоко на небе. Если быть более точным и аккуратным в определениях, то положение Солнца на небе определяется не временем как таковым, а величиной, которая называется часовой угол Солнца. Это угловое расстояние видимого Солнца от меридиана места наблюдения. Или, иными словами, часовой угол — это угол поворота Земли вокруг своей оси. Он измеряется точно также, как и наше обычное время: в часах, минутах и секундах.

При этом становится очевидной зависимость времени восхода от широты места, где находится наблюдатель. Например, на экваторе солнце восходит перпендикулярно горизонту — снизу вверх. И для любых значений склонения солнца — как летнего, так и зимнего, — это справедливо при одинаковых часовых углах (точка восхода летнего солнца на экваторе смещена к северу ровно на величину $23°,5$). Соответственно, в любой сезон года на земном экваторе солнце восходит вертикально вверх над горизонтом и нет разницы во времени восхода между летом и зимой.

Однако по мере увеличения широты нашего местонахождения будет увеличиваться и разница времён восхода между летним и зимним солнцем. Точка восхода летнего солнца на больших широтах будет перемещаться по горизонту всё дальше и дальше в сторону севера. Точка восхода зимнего солнца от первоначальной величины $-23{,}5$ градуса будет смещаться дальше к югу. Когда мы достигнем широты полярного круга ($\phi = 66°,5$), формально точка восхода солнца летом достигнет точки севера (N), а точка восхода солнца зимой — юга (S). И формальная разница по времени между моментами этих восходов составит 12 часов. Наступит так называемый феномен полярного дня или полярной ночи. На широтах севернее полярного круга в течение определённого периода солнце либо не восходит над горизонтом, либо не заходит. Непосредственно на полюсе примерно полгода длится полярный день и полгода — полярная ночь. В поляр-

ных зонах суточный путь на небе летнего солнца всегда находится выше линии горизонта. А путь движения зимнего солнца — всегда ниже горизонта. На полюсе солнце движется параллельно горизонту, поскольку суточные изменения его склонения (то есть высоты над горизонтом) существенно меньше, чем перемещения по времени в горизонтальном направлении.

Точно на точке полюса предложенная задача становится некорректной, поскольку на полюсе нет направления на восток; на северном полюсе все направления — на юг, на южном полюсе все направления — на север.

Если мы пойдём в зону отрицательных (южных) широт, то для южного полушария сезоны и положения солнца на небе являются обратными по отношению к северному полушарию. Соответственно, в период календарной зимы солнце в южном полушарии восходит раньше, а в период календарного лета — наоборот, восходит позже.

Можно указать также зависимость времени восхода солнца от высоты места, где находится наблюдатель. Здесь есть два противоположных эффекта. Во-первых, при повышении высоты наблюдателя над уровнем моря происходит понижение видимого горизонта на угол σ, которое составляет: $\cos\sigma = R/(R+h)$, где R — радиус земного шара, h — высота наблюдателя. Дальность горизонта для сферы составляет $D = \sqrt{R^2 + (R+h)^2}$. Приближённые значения для понижения горизонта составляют $\sigma \approx 1',779\sqrt{h}$ (в минутах дуги, где h в метрах), а для дальности горизонта $D \approx 3{,}86\sqrt{h}$ (в километрах). Например, при росте наблюдателя 2 метра дальность его горизонта будет составлять 5,5 км, (понижение $-2',5$), а при полёте на самолёте на высоте 10 км горизонт уже отодвинется на расстояние 356 км и понизится на $178'$ или почти на 3 угловых градуса. Естественно, что понижение горизонта приводит к более раннему по времени восходу светил.

С другой стороны, при подъёме вверх происходит уменьшение толщины атмосферы, и, соответственно, уменьшение эффектов атмосферной рефракции. Атмосферная рефракция — это процесс преломления светового луча в атмосфере и его отклонения вниз. На уровне моря при видимом зенитном расстоянии светила $90°$, что соответствует математическому горизонту, т. е. в момент восхода, его лучи пронизывают толщу атмосферы, которая в 38 раз больше, чем в зените. Величина рефракции при этом составляет около $2100''$ или $35'$. Так что в тот момент, когда на рассвете лучи солнца попадают нам в глаза, и мы видим его «взошедший диск», истинное Солнце находится ещё полностью ниже горизонта. Так что отсутствие атмосферы (и атмосферной рефракции) соответствует более позднему времени восхода солнца.

Следующая зависимость времени восхода — это зависимость от долготы. Поскольку восход солнца над горизонтом есть не что иное, как эффект поворота самого тела Земли, на котором мы с вами находимся, то понятно, что чем восточнее находится долгота наблюдателя, тем раньше у него восходит солнце (или иными словами, тем большим является часовой угол солнца). Обычно Японию называют «страной восходящего солнца», т. к. она находится на востоке. Между тем, наиболее восточная точка суши находится на территории России — это остров Ратманов (Большой Диомидов остров, $65°48'$N, $191°00'$E).

Здесь уместно подчеркнуть как раз разницу между понятием часового угла Солнца и тем временем, которым мы обычно пользуемся (т. н. гражданское время). Поскольку на поверхности Земли организовано 24 часовых пояса, то 2 наблюдателя, находящиеся по разные стороны от какой-либо границы часовых поясов, могут наблюдать восход солнца в одно и то же солнечное время, однако в поясном времени у них будет разница как раз в 1 час. Разница времён пунктов, находящихся в разных часовых поясах, составляет разницу номеров этих часовых поясов, поскольку в каждом часовом поясе время увеличивается или уменьшается на 1 час при сохранении тех же показаний минут и секунд от всемирного времени. Максимально возможная разница времени восхода произойдёт на линии перемены дат: 2 наблюдателя, находящиеся рядом, но по разные стороны линии перемены дат, будут одновременно (в физической шкале времени), наблюдать восход солнца, между тем как формальное время восхода для обоих наблюдателей будет отличаться на величину в 1 сутки.

Внутри самих часовых поясов также имеется неодновременность восхода солнца, поскольку момент восхода зависит от реального значения долготы точки наблюдения. Внутри каждого часового пояса долгота может изменяться на 15°, соответственно, может меняться часовой угол солнца, тем самым изменяться и реальное время его восхода. Разница времён восхода в пределах одного часового пояса может даже превышать величину одного часа. Это зависит от того, какие именно области и территории входят в тот или иной часовой пояс. Например, границы 2-го часового пояса специально расширены как на запад, так и на восток, чтобы в зону действия Московского времени были включены дополнительные регионы. Он охватывает почти всю европейскую часть нашей страны, — и это один из самых широких часовых поясов на земном шаре (ещё шире — Китай, который весь живет по пекинскому времени).

И ещё два административных момента по организации отсчётов времени: поскольку в нашей стране существует декретное время, это также изменяет время восхода солнца относительно гражданского времени на 1 час. И ещё существует понятие летнего и зимнего времени. Естественно, что при переводе гражданского времени на летнее (в последнее воскресенье марта) и на зимнее (в последнее воскресенье октября) время реального восхода солнца скачком изменяется на величину 1 час в одну или в другую сторону.

Теперь следует отметить следующее: всё сказанное выше относится к равномерному движению Солнца по небу и течению равномерного времени (так называемое среднее солнечное время). Поскольку люди для повседневных нужд пользуются временем в равномерной шкале, и было введено условное понятие «среднего солнца». Среднее солнце — это не то Солнце, которое мы видим, — это некоторая фиктивная точка, обладающая следующими свойствами: она движется по небесному экватору равномерно, делая 1 оборот ровно за 24 часа. То истинное Солнце, которое нам светит в глаза, и восход которого мы наблюдаем, по небу движется неравномерно. И к тому есть две причины.

Первая — это то, что эклиптика, то есть проекция орбиты Земли, и, естественно, путь движения Солнца по небу, наклонена относительно экватора. Она проходит либо выше, либо ниже экватора. В периоды около равноденствий истинное солнце меняет свою временную координату медленнее всего (за счёт

этого наклона), а в периоды около солнцестояний прямое восхождение Солнца меняется быстрее всего (т. н. уравнение наклона эклиптики).

Вторая причина неравномерности движения видимого Солнца связана с эллиптичностью орбиты Земли. Поскольку наша орбита является не точным кругом, а эллипсом, хотя и очень незначительным ($\varepsilon = 0{,}017$) то, в соответствии с законами Кеплера по эллиптической орбите объект не может двигаться равномерно. Соответственно, и наша Земля движется по орбите неравномерно. Перигелий нашей орбиты приходится на 4 января. Это тот момент, когда расстояние между Землёй и Солнцем минимально, и эту часть орбиты, которая ближе к Солнцу, Земля проходит быстрее. Поэтому, например, период между осенним и весенним равноденствиями по своей длительности почти на 7 дней короче периода между весенним равноденствием и осенним. То есть две половины года, зимняя и летняя, не равнозначны между собой по продолжительности. Можно сказать, что зимой наше солнце некоторым образом торопится по видимому движению, а летом, наоборот, тормозит своё движение по небу (т. н. уравнение центра).

Сумма этих двух неодинаковых эффектов на протяжении года порождает как бы два горба временны́х задержек истинного Солнца относительно среднего (равномерно движущегося). Истинное Солнце в какие-то периоды обгоняет среднее солнце, а в какие-то, наоборот, отстаёт от него. Эта зависимость называется уравнением времени. И величина отклонения этого уравнения времени может достигать 16,5 минут по своей величине. Соответственно, и отклонение момента восхода солнца в разные сезоны в зависимости от величины уравнения времени может составлять такую же величину.

На протяжении года в разные дни в одно и тоже среднее время положение истинного Солнца на небе разное. Если бы уравнение времени всегда было равно 0, то положение Солнца в одно и тоже среднее время на небе образовало бы прямую линию: от $+23°{,}5$ до $-23°{,}5$. Но поскольку уравнение времени не равно 0, движение зимой и летом Солнца вверх и вниз осуществляется по весьма своеобразной кривой, которая получила название «аналемма» Солнца. Внешне эта условная траектория солнца на небе похожа на вертикально стоящую восьмёрку. На самом деле аналемма Солнца в физическом смысле представляет собой аналог фигуры Лиссажу. По вертикали это изменения склонения Солнца — синусоидальные колебания с периодом в 1 год и амплитудой 23,5 градуса в каждую сторону от экватора; а в горизонтальном направлении — это опережение или отставание истинного Солнца от среднего, то есть величина уравнения времени. Период такой аналеммы составляет 1 год.

Наконец, рассмотрим в этом вопросе определённые особенности и некоторые некорректные варианты, которые также упоминались. Как уже говорилось, что на полюсах Земли эта задача некорректна, поскольку на северном и на южном полюсе нет направления на восток (на северном полюсе все направления на юг, на южном полюсе все направления на север). Надо также подчеркнуть, что в околополярных областях, где «восток» уже существует, солнце может попадать в окно каждый день в период полярного дня, поскольку оно движется параллельно горизонту и раз в день пересекает линию востока. Не рассматриваются в задаче также условия всякого рода закрытого горизонта: ущелья и даже

подземные города, которые также упоминались участниками Турнира.

Важно подчеркнуть, что в формулировке задачи ничего не сказано о параметрах самого окна, через которое Солнце светит и будит нашего героя. Сказано только, что окно смотрит на восток. Но формально это означает, что вертикальная средняя линия фигуры данного окна проходит через точку востока. Но при этом ни форма, ни размеры, ни вертикальные и горизонтальные границы этого окна в проекции на небо в задаче неоговорены. Не указано также, сколько составляет расстояние от окна до этой самой дальней стены, где товарищ спит. Поэтому, вообще говоря, проекция окна так, как она видна наблюдателю в данной задаче, на небесную сферу может быть практически произвольной (ну, только центр его на востоке). А соответственно, взяв разные конфигурации этого окна, можно получить совершенно разные ответы самой задачи: как то, что он будет просыпаться от лучей Солнца каждый день в разное время; так и такое положение окна, когда прямые лучи солнца вообще никогда на спящего героя не попадут. Определённым примером такого нетривиального окна может служить мегалитическое сооружение Стоунхендж, поскольку он представляет собой систему именно специально построенных «окон» (из многометровых камней, конечно) для наблюдения точек восходов Солнца и Луны. Строго говоря, он не противоречит условиям задачи.

Рассмотрим теперь ситуацию, когда данная комната и данный наблюдатель находятся на Луне. Луна вращается в ту же сторону, что и Земля; наклон её оси вращения относительно орбиты составляет $6°41'$. Наклон орбиты Луны относительно эклиптики составляет около 5 градусов и испытывает периодические колебания с амплитудой $9'$. Однако, за счёт приливного воздействия Солнца на тело Луны, эти два наклона в пространстве взаимно компенсируются, так что суммарное наклонение лунного экватора относительно эклиптики (и направления на Солнце) составляет всего $1°32',5$. Поэтому для жителя Луны, расположившегося в комнате по условиям задачи (разумеется, на Луне есть направление на восток), будут реализовываться похожие «картинки» восхода Солнца, что и на Земле, только отклонения максимально высокого и максимально низкого истинного солнца составят всего около $3°$, а не $47°$, как на Земле.

Сам восход Солнца будет происходить существенно медленнее, — в 29 раз медленнее, чем это бывает на Земле, поскольку один лунный «день» — это как раз и есть один земной месяц. Если учесть также и либрации Луны (это её колебания, которые она совершает вокруг горизонтальной и вертикальной оси с амплитудой около $0°,04$), то мы можем получить довольно полное представление о том, как солнечный восход будет выглядеть для лунной базы.

Наконец, нужно упомянуть, что мы не рассматриваем в этой задаче комнаты, расположенные на космических станциях, и также любые другие пространственные конфигурации, поскольку в таких ситуациях неопределённым является направление на восток, и условию задачи такие ситуации не соответствуют.

Вопрос № 4. *Где химические реакции* **не** *происходят?*

Ответ. В звёздах.

Комментарий. Увы, начинать развернутый ответ мы вновь вынуждены с замечания о том, что этот вопрос — в конкурсе по астрономии; и не вполне были правы те участники, которые подумали, что это вопрос по химии (для этого есть отдельный конкурс), и начали рассказывать о том, какие реакции бывают, какие — не бывают, про отсутствие реагентов, про реакции горения, о том, что нужен кислород, про экзотермические реакции, и всё остальное. Это всё, конечно, хорошо и, может быть, даже правильно, но это не относится к астрономии.

А первый вариант ответа, который оценивался положительно, является вполне тривиальным, но тем не менее правильным, — это то, что химические реакции не происходят в вакууме. Действительно, как нам известно, вся наша Вселенная заполнена разного рода полями и частицами. Это как бы две формы материи во Вселенной (если не принимать во внимание недавно обнаруженные, но неразгаданные пока т. н. «тёмную материю» и «тёмную энергию»). И понятно, что в тех областях пространства, где нет частиц, и находятся только поля, химические реакции не происходят. Примерами таких «пустых» областей могут быть довольно обширные пространства между скоплениями галактик, десятки и сотни Мегапарсек (10^{26}–10^{27} см), где плотность вещества, значительно, на несколько порядков меньше средней плотности вещества во Вселенной ($2 \cdot 10^{-31}$ г/см^3 или 0,1 атома в м^3). В известном смысле, плотность вещества там стремится к нулю.

Отдельный вопрос — то, что мы сейчас (в самом начале 21 века) называем «вакуумом» (точнее говоря — физический вакуум), по видимому, является объектом весьма сложной природы, которая до конца ещё не изучена. Например, из астрономических наблюдений сейчас уже стало понятно, что основную массу нашей Вселенной составляет так называемая тёмная материя, которую мы не видим, и с которой мы не взаимодействуем никак, кроме как гравитационным образом. Это очень интригующая загадка природы на предстоящее столетие развития науки. Однако, возвращаясь к первоначальному вопросу, мы можем сказать, что в вакууме химические реакции действительно не происходят.

Второй аспект вопроса, который также признавался правильным, — это упоминание многими участниками абсолютного нуля температур. Действительно, скорость протекания химических реакций в достаточной степени определяется скоростью движения молекул, а следовательно, и частотой их столкновений между собой. Соответственно, при понижении температуры скорость большинства химических реакций заметно уменьшается. Этот вариант ответа — указание абсолютного нуля температуры, — оценивался также в 1 балл. При температуре 0 К — писали участники, — нет движения молекул, и реакции не происходят. Строго говоря, это не совсем верно, поскольку при абсолютном нуле температур действуют квантовые механизмы движения молекул и взаимодействия между атомами; все атомы совершают т. н. «нулевые колебания», энергия которых не равна нулю. И, строго говоря, химические реакции при нуле температуры могут происходить. Другое дело, конечно, с малой вероятностью.

Но здесь нужно, в оправдание школьников, сказать, что абсолютного нуля температур в природе не существует, 0 К является теоретическим пределом термодинамической шкалы температур. Вся наша Вселенная заполнена реликтовым излучением, равновесная температура которого соответствует 2,7 градусам

Кельвина. Это тот радиационный фон, который остался со времён горячей Вселенной. Поэтому нигде в пространстве (в природе) не может быть температуры ниже этой. А в лабораторных условиях, с применением специальной криогенной техники, человечество умеет уже достигать температур в микрокельвины (10^{-6} K).

И третий предварительный момент, который также оценивался положительно: место, где химические реакции не происходят — это ситуация химически однородного вещества, там, где все молекулы между собой равноправны и тождественны, а также упоминание об инертных газах. Естественно, что химические реакции тут тоже не происходят. Это верно. Но замечание состоит в том, что такие условия (химически чистые) относятся скорее всё-таки к пробирке, нежели ко Вселенной. Трудно указать в космосе место, где бы вещество было бы вполне однородным.

Для того, чтобы подойти к более ёмкому, полному и правильному ответу на этот вопрос, рассмотрим отличия химических взаимодействий от физических и биологических реакций.

Многие участники правильно упоминали, что все изменения агрегатного состояния вещества, конечно же, относятся к физическим процессам. К физическим реакциям относятся также и все взаимодействия так называемых элементарных частиц до уровня атома, точнее, до уровня образования атомного ядра. Дело в том, что различные сорта атомных ядер различаются между собой по величине своего заряда. Заряд ядра является как раз признаком принадлежности данного ядра к тому или иному химическому элементу. После того, как положительно заряженное ядро образует вокруг себя электронные оболочки, может возникнуть нейтральный атом того или иного химического элемента. Структура внешних электронных оболочек атома, в свою очередь, определяет как раз химические свойства данного элемента. Будет ли это щелочной металл, очень активно отдающий свой единственный валентный электрон, или это будет инертный газ, у которого все электронные оболочки, в том числе внешняя, полностью заполнены, и который «не хочет никого знать» и ни с кем не взаимодействует.

Мы можем определить химические реакции, как взаимодействие электронных оболочек различных атомов между собой, и объединение разных сортов атомов в молекулярные комплексы. Взаимодействия внешних электронов атомов и молекул определяют химические свойства тех или иных веществ.

По мере роста молекулярных образований мы попадём в область гигантских молекул (это сложные молекулярные комплексы, состоящие из тысяч, сотен тысяч, миллионов атомов, участвующие в весьма разветвлённых каталитических реакциях), и это будет уже область молекулярной биологии или биохимии. Понятно, что граница между химическими реакциями и биологическими достаточно условна и является, в общем-то, количественной.

Итак, продолжим перечисление правильных ответов на тот вопрос, где химические реакции не происходят. Опять-таки, исходя из данного выше определения, химические реакции не происходят в атомах и элементарных частицах. Характерный размер ядра атома 10^{-13} см, то есть мы можем указать ограничение по пространственному масштабу. Точнее, мы можем даже взять размер радиуса первой Боровской орбиты атома водорода ($0{,}528 \cdot 10^{-8}$ см), и, соответ-

ственно, в масштабах меньших, чем 10^{-8} см не может поместиться никаких электронных оболочек атомов и не могут происходить химические реакции.

Точно также мы можем указать временной масштаб, где химических реакций нет. Это состояние ранней Вселенной до «эпохи рекомбинации», т. е. до того момента, когда в горячей Вселенной существовала смесь протонов, электронов и других частиц, но не было никаких атомов. И только после того, как за время около 1 млн. лет температура остывающей Вселенной снизилась до примерно 4000 К, и произошла рекомбинация (объединение) электронов и протонов, образовались первые атомы водорода, вот после этого как раз стало возможно во Вселенной проведение химических реакций.

Наиболее существенным и правильным ответом на вопрос (ради которого этот вопрос и формулировался), является понимание того, что все электронные связи обладают определённой энергией, и по мере того, как возрастает температура в данном веществе, электронные связи между атомами могут разрушаться. Если мы повышаем температуру вещества, то на известном этапе происходит его ионизация, т. е. распад всех молекул на отдельные атомы (ионы) и отрыв от атомов внешних электронов, которые становятся свободными (при температурах 1000–2000 К). Чем сложнее молекула, тем скорее, как правило, наступает её распад. Поэтому понятно, что правильным ответом на предложенный вопрос является такой: «В любых типах звёздных объектов, то есть на всех звёздах химические реакции не происходят».

На первом этапе звёзды образуются из холодного (10–100 К) межзвёздного газа и пыли (в этих условиях химические реакции, конечно, возможны); идёт концентрация вещества, и образуется протозвезда, которая гравитационным образом сжимается. Температура в протозвезде возрастает, и при достижении температуры около 3000 К центральные части звезды, состоящей в основном из водорода, начинают ионизоваться. Вот с этого момента можно считать, что прежнее гравитационно связанное облако стало звездой; соответственно, химические реакции в этом объекте прекратились. Это — стадия «красного карлика».

Если мы посмотрим на нормальные звёзды (в качестве примера можно взять наше Солнце), то здесь температура на поверхности составляет 6000 К, а в центре Солнца температура достигает 15 миллионов градусов Кельвина. Естественно, что никакие химические реакции здесь не происходят, поскольку у всех типов ядер электронные оболочки полностью отсутствуют. В недрах Солнца идут уже термоядерные реакции, то есть реакции превращения ядер атомов. Основной реакцией, обеспечивающей энергетику нашего Солнца, является превращение ядер водорода (протонов) в ядра гелия (α-частицы); кроме этого, происходят циклы реакций с созданием ядер кислорода, азота, углерода и многих других элементов. В более массивных звёздах осуществляются термоядерные реакции по превращению ядер более тяжёлых элементов, вплоть до ядер железа. Именно эти термоядерные реакции обеспечивают свечение всех типов нормальных звёзд.

На этапе умирания звезды и ее гравитационного сжатия могут возникать состояния, например, вырожденного газа (это белые карлики), может образоваться нейтронная жидкость (это происходит в нейтронных звёздах). И, наконец, для самых массивных звёзд наступает стадия гравитационного коллапса, когда вещество звезды, начиная с внутренних областей, проваливается в объект под

названием «чёрная дыра». Чёрная дыра — это особое состояние пространства и времени. Чёрные дыры сохраняют такие параметры от предшествующей им звезды: величину полной массы, момент количества вращения прежней звезды и ее электрический заряд. Только эти три физические параметра родительской звезды сохраняются и у чёрных дыр. В этом отношении у астрономов есть поговорка: «у чёрной дыры нет волос», — т. е. при гравитационном коллапсе разрушаются все структуры вещества, и, естественно, химические реакции также невозможны.

Раз уж мы заговорили о химических элементах в звездах, полезно упомянуть в этом вопросе также о том, как формируется химический состав вещества в нашей Вселенной и как он изменяется. Первые элементы: водород и гелий (протоны и α-частицы), — родились в ранней Вселенной в процессе т. н. первичного нуклеосинтеза; они существуют всегда. Как было сказано выше, синтез всех видов более тяжёлых ядер происходит в нормальных звёздах за счёт термоядерных реакций. Это процесс заканчивается на стадии железа и никеля (масса ядер 55–58 атомных единиц), поскольку в этих типах ядер удельная энергия связи нуклонов в ядре максимальна. Можно сказать, что мы с вами, например, состоим из звёздного вещества: все атомы, которые включены в состав нашего тела (исключением может быть водород, например, в составе воды H_2O), в своё время произошли из недр той или иной звезды.

На этапе «гибели» нормальной звезды (в центре проэволюционировавшей звезды находится массивное железное ядро), при гравитационном коллапсе, центральные части ядра звезды начинают проваливаться в чёрную дыру, а на её границе образуется очень мощный поток отдельных нейтронов, протонов и других элементарных частиц. Возникает состояние т. н. кварк-глюонной плазмы (это одна из моделей внутреннего устройства ядер) и в этих условиях осуществляется синтез всех ещё более тяжёлых сортов ядер, нежели железо. Частично энергия гравитационного коллапса звезды уходит на сброс внешних оболочек (для внешнего наблюдателя это наблюдается как взрыв сверхновой звезды или т. н. «гамма-всплеск»), и её вещество (то, которое не упало в чёрную дыру) разбрасывается по пространству. При этом оно оказывается обогащено ядрами всевозможных химических элементов, фактически всей таблицей Менделеева; включая и так называемые «ядра-монстры», то есть те ядерные образования, которые имеют порядковые номера (заряд ядра) примерно 140–300, и которые в обычных условиях не сохраняются. Эти значения соответствует теоретически предсказанному диапазону следующего «острова стабильности» для сверхтяжёлых ядер. Такие ядра пока ещё не обнаружили, но их сейчас активно ищут, раз их существование возможно. Естественно, также образуется огромное количество всех переходных и нестабильных ядерных образований («осколков»), которые затем каскадами ядерных реакций распадаются на все известные нам на сегодняшний день химические элементы. Химическое обилие того или иного сорта атомов существенно уменьшается по мере роста массы этого ядра (при увеличении массы ядра в 10 раз — примерно в 10^8 раз). То есть, чем тяжелее ядро, тем его количество во Вселенной существенно меньше.

Наконец, в заключении, давайте скажем о том, где же химические реакции происходят. Можно сказать так: химические реакции происходят везде, где

есть, во-первых, вещество (в какой-либо форме), и где температура меньше чем, примерно 3000 градусов К. Прежде всего, это газовые оболочки вокруг звёзд. Можно даже сказать, что оболочки звёзд являются самыми мощными химическими лабораториями во Вселенной. Может быть, их даже можно назвать «химическими заводами» Вселенной; поскольку все сорта химических соединений, которые наблюдаются в природе, образуются в первую очередь в оболочках звёзд. Здесь находится обогащённое тяжёлыми атомами вещество, здесь идут мощные потоки инфракрасного, ультрафиолетового излучения от звезды. Температурный диапазон в оболочках звёзд — от тысяч до сотен градусов Кельвина. Здесь формируются очень сложные химические вещества, даже органические соединения до аминокислот наблюдаются в оболочках звёзд и межзвездных облаках.

Следующим классом объектов, где химические реакции также активно происходят, являются планеты. Планетные тела зарождаются в оболочках звёзд, и это есть не что иное, как концентрации околозвёздного вещества, «наработанного» в оболочках. Происходит их гравитационная конденсация, и в планетных телах возрастает плотность. На планетах обеспечиваются условия, при которых возможно образование жидких сред. Также здесь благоприятны диапазоны температур. За счёт повышения плотности вещества планетные тела являются уже биохимическими лабораториями. На ранних стадиях формирования планет — это так называемые «горячие Юпитеры», — это планеты, окружённые водородно-гелиевыми оболочками, имеющие большую массу (10^{29}–10^{31} г), большие плотности вещества (1–5 г/см^3), обогащённые в химическом отношении, и обладающие достаточно широким температурным диапазоном в разных своих оболочках (от 100 до 1000 К). В таких условиях возможны биохимические реакции и может происходить формирование биологических объектов.

Наконец, более обширные и более холодные космические фракции — это межзвёздный и межпланетный газ и пыль. Температура в межзвёздном газе может падать до 10 К; однако, и в межзвёздном газе и на поверхности межзвёздных пылинок точно также идут разнообразные химические реакции. Так, считается, что на ядрах комет могут также если не образовываться, то по крайней мере сохраняться аминокислоты и другие органические комплексы.

Можно сказать, что все пространства Вселенной, за исключением самих горячих звёзд, являются химически активными областями. Но опять таки нет правил без исключений. В заключении можно указать такое место, где химические реакции не происходят, где как раз и реализуется ситуация химически однородной среды. Это ядра планет.

Например, температура в центре нашей планеты Земля достигает 6500 К. Интересно заметить, что это значение превышает температуру поверхности Солнца; но за счёт высокого давления ($3{,}7 \cdot 10^{12}$ дин/см^2), конечно, никакой плазмы у нас внутри планеты не образуется; ядро Земли вполне кристаллическое (его плотность $\rho = 13$ г/см^3). За счёт процессов гравитационной дифференциации вещества планет все тяжёлые элементы стремятся к центру, и у планет (ещё на той фазе, когда они напоминали планеты-гиганты) образуется ядро из железа и никеля. Оно является химически однородным в достаточной степени (все другие, менее плотные вещества располагаются выше). Это довольно дли-

тельный процесс формирования и эволюции планетного тела (около миллиарда лет), выделения и образования в нём разного рода оболочек. Но, в известном смысле, можно сказать, что химические реакции в ядрах планет не происходят вследствие их химической однородности.

А, напротив, внешняя оболочка планеты — биосфера, там, где мы с вами находимся, — это область как раз наибольшего градиента всех параметров среды. Здесь у нас достигается наибольший перепад давлений, наибольший градиент плотности, наибольший градиент температур, химического состава и излучений, приходящих снаружи. Соответственно здесь — в области наибольших градиентов параметров, — возможен и наибольший спектр реакций, возможна наиболее активная химическая и биологическая деятельность, собственно жизнь.

Вопрос № 5. *Архимед: «Дайте мне точку опоры, и я сдвину Землю». Сколько времени потребуется Архимеду, чтобы заметно сдвинуть земной шар? Кто впервые «сдвинул» Землю? Кто впервые Землю измерил? Кто впервые Землю взвесил? Кто впервые Землю «обошёл»? Кто впервые Землю облетел? Кто впервые на Землю взглянул «со стороны»? (примечание: знание конкретных имен желательно, но не обязательно; ответ можно давать также и на вопросы «когда?» или «каким образом?»*

Комментарий. Что касается данного изречения Архимеда, во-первых, надо сказать, что оно является скорее преданием, нежели строгим документом и строгой цитатой. Данное высказывание Архимеда является иллюстрацией правила рычага, которое было им установлено, — а именно, что выигрыш в силе является проигрышем в пройденном расстоянии. Количество же совершённой работы с помощью рычага остаётся одним и тем же, на обоих плечах рычага. Архимедов рычаг является простейшим механизмом. В современных терминах данное высказывание следует относить скорее уже к «PR», то есть к пропаганде данного изобретения, данной инженерной находки. Этой фразой Архимед подчёркивает теоретическую неограниченность возможностей рычага; и для того чтобы для примера показать совсем уж невозможные масштабы, он и говорит о том, что сдвинет Землю.

При желании можно подсчитать, каков именно должен быть пройденный путь дальнего конца рычага, исходя из разумных предположений о прилагаемой Архимедом силе, для того, чтобы сдвинуть Землю, например, на миллиметр, а также потребного времени на то, чтобы этот путь совершить. Понятно, что при массе Земли $5{,}9 \cdot 10^{27}$ грамм, все эти оценки — и пути, который Архимед должен пройти, и времени, которое он должен потратить, становятся несовместимыми ни с границами человеческой жизни, ни с каким-либо разумным обоснованием. Понятно, что рычаг такой длины, которая может получиться, невозможно реализовать ни при каких условиях: он заведомо будет гнуться и не даст требуемого результата (при соотношении плеч рычага $1 : 10^{23}$ и смещении Земли на 1 мм другой его конец опишет дугу 10^{20} м или 10000 световых лет).

Правда, Архимед был умным человеком. Он ведь сказал, что сдвинет Землю при определённом условии, он сказал «если», — если ему дадут точку опоры. Но вот в этом-то как раз тоже состоит принципиальная вещь: никакой точки

опоры, внешней по отношению к Земле в целом, у нас нет и быть не может. Земля у нас ни к чему не прикреплена и свободно движется в пространстве.

Теперь рассмотрим, какие Земля совершает собственные движения. Это тоже элементы правильного ответа на вопрос, и они оценивались в баллах. Земля, как все знают, вращается вокруг своей оси с периодом 24 часа. Кроме того, Земля является участником движения двойной системы «Земля—Луна», — вместе со своим спутником она совершает один орбитальный оборот за 27,5 дней. И, наконец, Земля совершает годичное орбитальное движение вокруг Солнца. Помимо вращательных движений этих трёх типов, выделяются также ещё и движения собственно оси вращения Земли. Прежде всего, это период прецессии вокруг полюса эклиптики — по конусу 23,5 градусов ось вращения Земли перемещается с периодом 26 тыс. лет, — Земля «прецессирует», как волчок. Кроме этого, имеются собственные колебания оси вращения Земли меньшего масштаба — так называемые нутации, которые вызваны воздействием Луны. Кроме этого, существует так называемое вековое замедление скорости вращения Земли, за счёт эффекта приливного торможения Луны (увеличение суток на 0,0015 секунд за 100 лет). Вековым образом увеличивается также и расстояние между Землёй и Луной, наша система становится все более широкой. И, наконец, параметры годовой орбиты Земли, — расстояние от Земли до Солнца, наклон орбиты Земли и её эксцентриситет, — испытывают небольшие вековые колебания вокруг своих средних значений. Но эти колебания, по-видимому, не имеют вековых изменений.

Вопрос: «Кто может сдвинуть Землю?». Естественно, что сделать это могут только внешние по отношению к ней силы, поскольку по законам механики внутренние силы систему не перемещают. Непрерывно «сдвигает» Землю прежде всего Солнце (масса $1{,}99 \cdot 10^{33}$ г), вокруг которого она обращается, и на орбите вокруг которого Земля, собственно, и образовалась как планетное тело. Это и Луна (масса $7{,}35 \cdot 10^{25}$ г), которая также сдвигает ее «вбок» своим притяжением: хотя общий центр масс системы Земля—Луна располагается внутри тела Земли, но, тем не менее, Земля точно также движется и вокруг него тоже. На ранних этапах формирования солнечной системы это могли быть многочисленные планетозимали (зародыши планет), которые сталкивались с формирующейся Землёй. Эти столкновения, в частности, могут быть одним из объяснений того факта, что ось вращения Земли наклонена на 23,5 градуса по отношению к плоскости своей орбиты. С Землёй время от времени сталкиваются и астероиды. Но поскольку их масса пренебрежимо мала по сравнению с массой Земли (самая большая малая планета Церера имеет массу 10^{24} г), то заметного влияния на положение Земли или на её параметры вращения столкновения с астероидами не оказывают; тем более, что максимум бомбардировки астероидами Земли и Луны приходился на период примерно 3,5–4 млрд. лет назад. Формально, любой запускаемый искусственный спутник Земли также некоторым образом её сдвигает, поскольку по закону сохранения импульса тело, которое от Земли оторвалось и стало её искусственным спутником, или спутником Солнца, обменивается импульсом с Землёй и часть своего импульса передаёт телу Земли. Естественно, это пренебрежимо малые эффекты.

«Остановивший Солнце, сдвинувший Землю» — это надпись на памятнике

Николаю Копернику в Варшаве, поскольку он является автором гелиоцентрической системы мира, которая затем стала общепризнанной. Естественно, что Коперник сдвинул Землю не в физическом смысле, а в сознании людей. Справедливости ради надо заметить, что ещё раньше гелиоцентрическую систему мира, в которой Солнце неподвижно и является центром, а Земля вращается вокруг него, предлагал ещё Аристарх Самосский (310–250 гг. до н. э.). Наконец, если мы вспомним, что Земля не абсолютно твёрдое тело, а планетное тело, состоящее из системы движущихся внешних оболочек, то нужно упомянуть имя Альфреда Л. Вегенера, который предложил в 1910 г. теорию дрейфа материков по поверхности Земли. В течение 20 века теория Вегенера нашла свое блестящее подтверждение, в том числе и в результате прямых измерений.

Что означает «Землю измерить?». Ещё древние философы предлагали различные рассуждения о том, какова может быть форма Земли, и каковы могут быть её размеры. Со времён пифагорейской школы (6 век до н. э.) Земля предполагается круглой, сферической. Но первое научное собственно измерение размеров Земли провёл Эратосфен Киренский (276–194 гг. до н. э.). Он наблюдал высоту Солнца в день летнего солнцестояния. Ему было известно, что в этот день в городе Сиена (нынешний Асуан) в Египте в полдень солнце освещает дно самых глубоких колодцев (т. е. в полдень дня летнего солнцестояния солнце в этом городе находится в зените). Находясь в Александрии, Эратосфен в этот же день измерил высоту Солнца над горизонтом в полдень, и обнаружил, что в этом месте солнце отклоняется от зенита на 1/50 часть окружности. Поскольку расстояние между этими двумя городами ему было известно, то, принимая разницу углов высоты Солнца за разницу направлений на эти города из центра Земли (что естественно для сферической Земли), он достаточно точно определил размер Земли по меридиану, который весьма близок к современным значениям. Позднее, в течение веков в разных странах многие учёные проводили измерения размеров и формы Земли (подробнее см. вопрос 5 за 2001 г.).

Как Землю взвесить? Здесь необходимо упомянуть имена Иоганна Кеплера (1571–1630), который определил законы движения планет, и Исаака Ньютона (1642–1727), который сформулировал закон всемирного тяготения. Ньютон сопоставил процессы притяжения тел на поверхности Земли (здесь легенда приписывает известную роль упавшему яблоку) с тем, как движется по своей орбите Луна. Ньютон предположил, что орбитальное движение Луны есть не что иное, как процесс непрерывного падения нашего спутника на тело Земли, аналогичное падению яблока. Тем самым тяготение определяется не просто как особенность на поверхности Земли, а как процесс именно «всемирный». Впоследствии этому закону были подчинено движение планет по Кеплеровым орбитам; а своё блестящее подтверждение и признание закон всемирного тяготения нашёл в расчётах движения комет, их периодов обращения и размеров орбит.

Обобщения Ньютона для законов орбитального движения Кеплера с учётом масс участвующих в них тел позволяют произвести относительное взвешивание небесных тел, т. е. определить их массы. Этот метод широко применяется в астрономии; и всякий раз, когда удаётся измерить размеры орбиты в поле тяготения движущегося тела и период его движения, тем самым удаётся опре-

делить относительные значения масс звезды, центральной планеты или может быть даже чёрной дыры, вокруг которой пробное тело обращается.

Чтобы определить массу в абсолютных единицах, нужно вспомнить имя Генри Кавендиша (1731–1810), который произвёл серию опытов на крутильных весах и измерил силу притяжения между двумя массивными шарами. Благодаря его опытам было установлено численное значение постоянной тяготения, и мы можем, измеряя ускорение свободного падения на поверхности Земли, вычислить массу притягивающего тела, то есть взвесить Землю в буквальном смысле слова. Им была также установлена тождественность между инертной и гравитационной массами с достаточно высокой для того времени точностью; впоследствии эти эксперименты со всё более высокой точностью были повторены и по-прежнему подтверждают количественную тождественность этих двух видов масс.

Теперь о том, кто Землю обошёл. Естественно, что вокруг Земного шара нет сухого пути, и поэтому Землю нельзя обойти каким-нибудь простым способом, буквально ногами, за исключением, конечно, локального путешествия вокруг полюса, по льдам Северного ледовитого океана или по материку Антарктиды. Поэтому кругосветные путешествия совершались, конечно, по морю. Первым таким путешествием была экспедиция Фернандо Магеллана (1519–1522 годы), которая продолжалась 1081 день. Сам Магеллан в ходе экспедиции погиб (27.04.1521) на островах Тихого океана, а завершена она была его спутником Эль-Кано. Он сумел привести обратно в Испанию единственный корабль с командой 18 человек. Экспедиция Магеллана—Эль-Кано впервые фактически подтвердила, что Земля является шарообразной, и что «обойти» вокруг всего земного шара можно. Здесь же был впервые обнаружен эффект потери одного дня счисления пути при движении вокруг земного шара на Запад. После Магеллана кругосветные путешествия совершали многие мореплаватели. Можно упомянуть имя Френсиса Дрейка, который был первым англичанином, совершившим кругосветное путешествие (в 1580 году). Многочисленные путешествия совершил капитан Джеймс Кук. Из наших отечественных моряков, — это путешествие вокруг света Крузенштерна и Лисянского. Также можно упомянуть поход Беллинсгаузена и Лазарева (1821 год) к берегам Антарктиды. Поскольку они побывали на всех долготах вокруг этого материка, можно сказать, что вокруг Антарктиды они тоже совершили кругосветное путешествие.

Как земной шар облететь? Если не считать мифических персонажей и сказочных героев, первыми людьми, облетевшими земной шар, были персонажи романа Жюль Верна «Вокруг света на воздушном шаре». На самом деле вокруг всего земного шара, тем более без посадки, облететь на воздушном шаре очень сложно. В наше время осуществляются беспосадочные стратосферные полеты аэростатных зондов для измерений параметров магнитного поля Земли, которые с помощью высотных струйных течений совершают циклические широтные путешествия вдоль полярного круга, разумеется, в автоматическом режиме. Первая реализация пилотируемого кругосветного облёта была выполнена в 1929 году не на воздушном шаре, а на дирижабле. Это был германский дирижабль «Граф фон Цеппелин», который заполнялся водородом. Путешествие продолжалось 29 дней (естественно, с посадками). Самолёты (т. е. летательные аппараты

тяжелее воздуха) смогли развиться до надлежащего уровня существенно позже; и облёт земного шара на самолёте был совершён только к середине 20 века (тоже, естественно, с посадками). Из отечественных лётчиков здесь же можно упомянуть перелёт Валерия Чкалова 1937 года из Москвы через Северный полюс в Канаду; за ним последовал перелёт Громова до Сан-Франциско. Но были и потери: в 1939 году самолёт, пилотируемый через Северный полюс Ляпидевским, потерпел катастрофу и исчез. В полном смысле слова «облететь земной шар» можно, конечно, в рамках космического полёта. Первый полёт в космос был совершён Юрием Алексеевичем Гагариным 12 апреля 1961 года, — в нашей стране с тех пор это событие празднуется как День космонавтики. Гагарин на корабле «Восток» совершил один виток вокруг Земли за 108 минут. Очень приятно, что многие участники Турнира не забыли истинных первопроходцев космоса, поскольку первыми живыми существами, полетевшими в космос и облетевшими Землю, были не люди, а всё-таки собаки. Это были знаменитые в нашей стране собаки Белка и Стрелка. Их полёт, собственно, и предназначался для подтверждения возможности самого пребывания живых существ в космосе в условиях невесомости, их успешного полёта и возвращения.

Как посмотреть на Землю со стороны? Прежде всего, нужно определиться — что значит «со стороны»? Строго говоря, первыми людьми, которые посмотрели на земной шар со стороны, были братья Монгольфье, которые соорудили в 18 веке первый реально «работавший» воздушный шар, который наполнялся горячим воздухом, и совершили на нем первый воздушный полёт. Конечно, очень не высоко. Но, тем не менее, они оторвались от Земли и смотрели на неё хотя и с близкой, но со стороны. В 19 веке воздухоплавание развивалось довольно бурными темпами. К 1930-м годам начался штурм стратосферы: выполнялись полёты на аэростатах, заполненных гелием. Естественно, логическим завершением подъёма человека на большие высоты является полёт в космическое пространство. (многие упоминали, что Гагарин первым посмотрел на Землю со стороны уже из космоса). Но для того, чтобы бросить первый взгляд уже совсем «со стороны», человеку нужно было добраться до поверхности другого небесного тела. Это произошло в 1969 году: американские астронавты Армстронг, Коллинз и Олдрин в рамках программы «Аполлон» совершили первый успешный полёт на Луну и смотрели с Луны на Землю. Широко известны слова Армстронга о том, что его первый шаг по поверхности Луны — это всего лишь небольшой шаг одного человека, но гигантский скачок всего Человечества.

В наше время запущенные Человечеством космические аппараты уже вышли далеко за пределы орбиты Плутона и находятся в дальних окрестностях Солнечной системы. Эти аппараты пока «живы»; и в известном смысле можно сказать, что эти плоды рук человеческих могут «смотреть со стороны» не только на нашу планету, не только на систему Земля—Луна, но и на всю нашу Солнечную планетную систему, в которой мы с вами живём.

Вопрос № 6. *Почему Гораций и Овидий называли Луну «трёхликое светило»? Почему у римлян Луна получила прозвище Luna Fallax («обманщица»)? Какой символ для молодой луны применяли древние египтяне?*

Комментарий. Очень многие участники Турнира давали самый простой и уже

изначально верный ответ: Луну называли трёхликим светилом, конечно же, потому, что Луна меняет свои фазы. Правда, все, кто об этом писал, говорили о тех четырёх фазах Луны, которые мы выделяем сейчас, имея в виду Луну «растущую», «полную», «убывающую» и новолуние. Гораций и Овидий имели в виду несколько иное, о чём будет сказано ниже.

По поводу обидного прозвища «обманщица». Луна, действительно, даёт богатую почву для сомнений и подозрений в свой адрес, здесь также участники указывали целый ряд факторов. Прежде всего — это изменение её видимого внешнего облика. Поскольку при орбитальном движении Луны плавно изменяется угол между Землёй, Луной и Солнцем (т. н. фазовый угол Луны или угол ее освещённости), то также плавно меняется и доля освещённой поверхности Луны, т. е. её видимая фаза. Поэтому нам Луна представляется на небе каждый день разная, на следующий день внешний вид Луны уже будет существенно отличаться от сегодняшнего, а через 7 дней наступает как бы следующая выделенная фаза. Неслучайно даже в драме Шекспира Джульетта специально просит Ромео не клясться ей в верности, ссылаясь на Луну, «каждый день изменчивую».

Следующий элемент «обмана» — это то, что Луна, как спутник Земли, довольно быстро движется среди звёзд по небу: за один день перемещение Луны составляет около 13 градусов. Соответственно, Луна каждый день на небе видна в разных созвездиях. Именно поэтому Луной, хотя и очень ярким небесным светилом, тем не менее, никогда не пользовались в качестве ориентира, например, для того, чтобы определять направления на море (правда, на море Луну использовали для решения проблемы долготы, — но это другая история, из 18 века).

Кроме того, Луна каждый день столь же заметно меняет и время своего восхода. Момент её появления на небе может меняться почти на 1 час, день ото дня. Поэтому Луну никогда не использовали (и невозможно использовать) и для определения времени. Если вы, — житель древнего мира, — например, сегодня были в гостях и возвращаетесь вечером к себе домой, — то сегодня вам Луна дорогу освещает, а завтра, — она может вас серьёзно подвести. Взойдёт позже, — и вы либо заблудитесь в темноте, либо у вас могут оказаться какие-нибудь приключения по дороге.

Кроме этого, несмотря на то, что Луна является у нас вторым по яркости небесным объектом, её свет всегда воспринимался как весьма неверный. В первую очередь это связано с тем, что Солнце имеет яркость −26 звёздную величину, а самая яркая Луна, даже полная, — −13 звёздную величину. Соответственно, Луна всегда светит всё-таки в 400 тысяч раз слабее, чем Солнце. А когда Луна находится в ущербных фазах, — её свет становится ещё более слабым и неверным. Поэтому на Луну даже в качестве осветительного прибора полагаться невозможно.

Древние, конечно, не знали (это мы сейчас знаем), что Луна не является светилом как таковым; она светит не собственным светом, а отражённым светом Солнца. Его-то мы и видим в качестве фаз Луны. Поверхность Луны является очень неровной, очень пыльной, и общий коэффициент отражения от поверхности Луны (альбедо) составляет всего-навсего 7%. То есть Луна посылает нам 1/14 часть того света, который она сама получает от Солнца.

Следующий момент состоит в том, что внешний вид нашего спутника крайне неоднороден. Луна покрыта своеобразными пятнами, именно поэтому всегда, у всех народов считалось, что Луна обладает каким-то «загадочным» ликом. Сейчас нам известно, что на Луне есть два типа рельефа, — это т. н. «горы» и «моря». Они различаются по своему образованию, составу и по своей внешней морфологии. Моря, — это бывшие базальтовые разливы лавы, они более ровные; и нам они представляются более тёмными. Ну а разные народы мира, глядя на Луну, обнаруживали там совершенно различные образы. В некоторых случаях считалось, что Луна обладает какой-то «загадочной улыбкой». В некоторых культурах утверждается, что внешний вид Луны изображает кающегося Каина. В Китае, например, на Луне видят изображение т. н. «лунного зайца». По легенде, этот заяц принёс себя в жертву, — бросился в огонь и сам себя поджарил для того, чтобы проголодавшийся Будда мог утолить голод. В благодарность, соответственно, Будда, якобы, поместил его на видимую сторону Луны.

Следующий момент загадочности, связанный с Луной, состоит в том, что наш спутник всегда обращён в сторону Земли только одной своей стороной. Мы замечаем, что она не показывает нам свою обратную сторону, и не вращается вокруг своей оси. Вместе с тем, в разные свои фазы Луна «поворачивается»: растущий месяц смотрит сначала на восток (как буква Р), потом старый, — на запад (буква С). Такое вот сочетание видимого поведения являлось крайне необычным с точки зрения древнего человека, поскольку все остальные небесные светила ведут себя более привычным образом: светят либо постоянным светом, как Солнце (тогда ещё не было известно про пятна на Солнце), либо светят как планеты, — яркие точки (до изобретения телескопа не были известны диски планет и их фазы, например, у Венеры). Это обстоятельство настораживало и порождало «загадочность» внешнего вида Луны, поскольку объяснения этому видимому факту у древних людей не было.

Сейчас мы знаем, что Луна вращается вокруг своей оси, но период её собственного вращения синхронизован с периодом её орбитального вращения за счёт эффектов т. н. гравитационных резонансов. Луна, находясь в резонансе и участвуя в обоих вращениях с равной скоростью, тем самым остаётся направленной по отношению к Земле одной своей стороной. Этот эффект возник после того, как вращение Луны было заторможено и полностью остановлено впоследствии приливным воздействием со стороны Земли.

Следующим моментом, порождающим недоумение и страх у древних людей, были затмения Луны. В фазе полнолуния, когда Луна круглая и яркая, иногда случалось так, что Луна как бы «проваливалась» в какую-то тёмную яму, её закрывала таинственная тень. Как мы сейчас знаем, Луна входит в тень Земли от Солнца, и её закрывает конус тени Земли. Естественно, Луна теряет свет от Солнца и становится на какое-то время невидимой. У древних людей мифическим объяснением исчезновения Луны было то, что какой-либо сердитый бог или небесный дракон пожирает её. К счастью, ненадолго, поскольку длительность лунных затмений составляет всего несколько часов. Затем Луна выходит из тени Земли и вновь сияет полным светом на небе. Но это знаем мы, а для древних факт поглощения Луны драконом был, конечно, ужасным небесным предзнаменованием, который вызывал многочисленные панические суждения.

Тем более что Луна в полной фазе затмения получает часть света Солнца, прошедшего через земную атмосферу, и который приобретает красный цвет. Поэтому во время некоторых затмений Луна может быть видна в качестве тёмного кроваво-красного диска, что также древним людям оптимизма не внушало.

И, наконец, ещё один факт, который был известен всем народам, живущим на морских побережьях, но в научном мировоззрении был воспринят существенно позже, уже в эпоху Возрождения — это морские приливы и отливы. Было также известно, что временной график этих приливов, которым так или иначе подчинена жизнь рыбаков, связан с временем восхода Луны над горизонтом, то есть приливы синхронны с движением Луны по небу. Их величина зависит также и от фазы Луны: в новолуниях и полнолуниях приливы наиболее высокие. Но опять-таки сейчас мы знаем, что это связано с гравитационным воздействием со стороны Луны на Землю, в частности, — на её водную оболочку, — Мировой океан. По океану перемещается приливная волна, которая, естественно, синхронизована с орбитальным движением Луны. Но в науке этот факт был признан далеко не сразу. Известно, например, что Галилео Галилей (1564–1642), сделав грандиозные открытия в наблюдательной астрономии, тем не менее гипотезу Кеплера о связи приливов в море с движением Луны категорически отрицал и высмеивал.

Однако, давайте вернёмся в Рим, точнее, в Римскую республику, уточним, почему Луна трёхликая, хотя у неё 4 фазы, и почему она всё-таки обманщица. Прежде всего, древнеримские авторы — Гораций, Овидий и многие другие — называли Луну «трёхликое светило» потому, что в римском календаре действовали лунные месяцы и использовались 3 фазы Луны.

Во-первых, это новолуние; причём этот день имел собственное имя, — он назывался «календы», и с него начинался соответствующий месяц. День, когда Луна достигала первой четверти, назывался в римском календаре «ноны». И, наконец, день полнолуния назывался «иды». На протяжении всего лунного месяца только эти три дня имели собственные названия (календы, ноны, иды), а все остальные дни обозначались всего-навсего только порядковым номером, причём в обратном счёте. То есть, например, «день 15-й до календ», или до нон, или «день 7-й до ид». Вторичное собственное название имел только последний день в этом числовом ряду, который назывался «канун (соответствующего именного дня)». Римская республика жила по лунному месяцу. А нам известно, что период фаз Луны, то есть лунный месяц, не сопоставим с длительностью солнечного дня; он содержит 29,5305882... дней. Поэтому разные месяцы должны были иметь разную продолжительность — либо 29 дней, либо 30. Для того, чтобы определять, какую же продолжительность будет иметь данный конкретный месяц, в Римской республике существовали соответствующие жрецы (они назывались понтифики); они предсказывали (а, точнее, назначали) то число дней, которое будет содержать каждый очередной месяц. Причём назначать это число нужно как бы заранее, то есть после наступления ид текущего месяца объявлять, каким по счёту будет следующий день до календ следующего месяца. В результате простые римские граждане и другие жители этой республики испытывали существенные неудобства в пользовании таким неопределенным календарём (слово «календарь» и происходит от слова «календы», то есть «начало

нового месяца»), потому что, во-первых, начало нового месяца связано с фазой новолуния, когда и Луны не видно, и на небе не присутствует никаких иных явных признаков, и, во-вторых, это назначение порядка дней происходит за 15 и более дней до календ.

А день календ для римских граждан имел самое существенное, можно сказать, животрепещущее значение, поскольку календы являлись днём платежа: в календы платили долги, получали все виды доходов, заключались крупные торговые операции, а самое главное — проходили выборы. И все эти действия так или иначе были привязаны к названию дня в месяце. Естественно, что если вы, например, ведёте крупные торговые операции, то вам очень сложно планировать свою деятельность, если вы даже не знаете, сколько дней будет в этом месяце. Или если вы, например, — крупный римский патриций, — и вам должны вернуть долги на несколько миллионов сестерциев, то, наверное, для вас будет существенно, когда наступят календы: через 2 дня или через 3. Завтра или послезавтра, — это разница, особенно для должностных лиц.

Кроме того, что такие неудобства порождал лунный месяц, ещё большие беспорядки вызывал весь годовой цикл лунно-солнечного календаря. Дело в том, что в Римской республике существовало как бы два календаря: один — гражданский, другой — жреческий. Гражданский календарь начинался с 1 марта; и первые 4 месяца (март, апрель, май, июнь) имели собственные названия, посвящались соответствующим богам (Марсу, Апрелю, богине Майе и богине Юноне). Следующие месяца имели просто порядковые наименования: квинтилис (5), сикстилис (6), септембр (7), октобр (8), новембр (9) и децембр (10). Но жреческий календарь начинался не с 1 марта, а с 1 января, и в нём были ещё два месяца с собственными наименованиями — это месяц в честь бога Януса (двуликого — начало и конец года) — Януарий, и следующий за ним месяц Фебрар. Поскольку 12 лунных месяцев по своей продолжительности (354,37 дня) меньше одного солнечного года (365^d,2422) на 10^d,87 (знаком ^{d} в астрономии обозначают дни, причём, если число дней дробное, то значок ставится перед десятичной запятой), то для того, чтобы счёт лунных месяцев приводить в соответствие с сезонами солнечного года, необходимо раз в 3 или 4 года в календарь добавлять 13-й месяц. И такой месяц (он назывался Мерцедоний, то есть «мерцающий») вставлялся между последних чисел февраля. Вот определить, в какой год этот месяц будет в февраль вставлен, а в какой — нет, — это также была функция жрецов Римской республики. Более или менее заранее они могли говорить, что, допустим, этот год будет содержать не 12, а 13 месяцев. Ну, теперь опять поставьте себя мысленно в ситуацию римского гражданина, который заранее не знает, сколько у него дней в этом и следующем месяце, сколько у него осталось дней до тех или иных календ, сколько у него осталась месяцев до, например, того или иного срока смены консула и до очередных выборов. (А что такое перенос выборов — мы с вами знаем из нашей новейшей истории.) А поскольку жрецами всё это относилось на поведение самой Луны, — что, дескать, это воля богов, — то не случайно, что римляне Луну, соответственно, во всём и винили. Каждая такая временна́я накладка, по дням или по месяцам календаря, вызывала каждый раз соответствующие эмоции. Вот за Луной и закрепилось прозвище «обманщица», поскольку на неё ни в чём нельзя полагаться, даже в таком деле,

как счёт дней. Как говорил Вольтер: «Римские полководцы всегда побеждали, но никогда не знали, в какой день это случилось».

Теперь переместимся в Египет, и заметим, что в древнеегипетской цивилизации Луна (точнее, молодая Луна — тонкий месяц) всегда выступает либо в виде лодочки (это — своего рода небесное транспортное средство для богов), либо, как упоминали некоторые участники, в виде рогов священной коровы, на которых (на рогах) покоится то или иное светило. Важно подчеркнуть, что у египтян молодой тонкий месяц всегда занимает горизонтальное расположение. Это связано с тем, что Египет находится на южных широтах: через Египет проходит (в районе Асуана) Тропик Рака, и там летом Солнце в полдень бывает вовсе в зените. Поэтому и Луна в своих ранних и поздних фазах в виде тонкого месяца на небе около горизонта на западе или на востоке располагается горизонтально, в то время как в средних широтах мы привыкли видеть месяц, расположенный почти вертикально.

Вопрос № 7. *Расставьте следующие понятия в логическую причинно-следственную зависимость: 7 дней каждой фазы Луны, 7 звёзд в Ковше Большой Медведицы, 7 видимых планет, 7 дней творения мира, 7 основных металлов, 7 цветов радуги, 7 небесных сфер. Когда возникла 7 дневная неделя? Правда ли, что Юлий Цезарь ввёл новый календарь (юлианский) для того, чтобы религиозные праздники приходились на определённые дни недели (желательно на субботу или воскресенье)?*

Комментарий. Седьмой вопрос, как и ожидалось, действительно оказался наиболее сложным для большинства участников Турнира, и вовсе не потому, что он занимает 7 место, а потому, что здесь собраны очень многие понятия, над которыми участникам предлагалось подумать, поразмышлять в основном над вопросом «почему так?». Возможно, додуматься позже. Варианты ответов, которые были написаны, — очень разные, но, как правило, всегда либо лапидарные, либо неверные. Многие ограничивались написанием того, что число 7 — это «магическое число»; многие пересказывали библейские легенды.

Трудность 7 вопроса состоит в том, что здесь перечислены понятия, которые являются напластованием очень многих произведений, обычаев, мифов, предрассудков, пришедших к нам из культур нескольких цивилизаций. А кроме того, имеют место определённые и очень важные природные (астрономические) совпадения, которые мы рассмотрим ниже.

Первая тема — это **7 миров**. Человечество в целом в своём интеллектуальном развитии до некоторой степени повторяет те этапы познания мира, которые совершает каждый маленький человек, родившийся на свет. По мере своего взросления человек (отдельный) и Человечество (в целом) познаёт окружающий мир: его структуры и взаимосвязи. Самый первый эффект, который отмечается, состоит в том, что действует сила тяжести. Ускорение свободного падения определяет падение всех предметов вниз; соответственно, происходит разделение на 3 положения: это направление вверх, положение в середине и направление вниз. Эти направления выделяются сразу же, как только маленький ребёнок начинает держать голову или учится ходить. Эти 3 объёма (верхний, средний, нижний) преобразовываются в первичном мифическом сознании человечества в 3 «мира»:

верхний мир (небо, свет), средний мир (Земля, где мы живём), и нижний мир (ад и тьма). Направление «верх–низ» разделяет и качество понятий и предметов на «хорошее» и «плохое»; делит мир на «горний» и «дольный». («Да не все то, что сверху — от Бога, и народ зажигалки тушил. . . » В. Высоцкий).

После того, как человек начал ползать или ходить, он начинает познавать ближние окрестности мира. Это может быть кроватка или логово, комната или пещера, это могут быть окружающие небоскрёбы или просто окрестная местность. В любом случае образуются ещё 4 направления: вправо–влево и вперёд-назад. Эти 4 направления становятся как бы 4 сторонами «малого», домашнего пространства. Когда человек привыкнет выходить из своей пещеры (комнаты, дома) в больший мир и многократно видеть окрестные ландшафты, он заметит следующие вещи. Во-первых, есть направление, где происходит появление (восход) всех светил, прежде всего Солнца; и восход его воспринимается как рождение (восток). Напротив, исчезновение Солнца и других светил под горизонтом воспринимается как смерть (заход на западе = гибель). Кроме этого, есть направление, с которого приходит наибольшее тепло и свет (юг), и направление, где царит холод и тьма (север). Таким образом, в самом первобытном сознании формируется понятие не просто четырёх направлений пространства, а четырёх сторон света, которые закреплены астрономическими наблюдениями и в повседневной жизни.

В древности люди представляли себе общее строение Земли тоже расположенной по 4 направлениям крестообразно (Север, Восток, Юг, Запад); более того, Земля представлялась им квадратной (отсюда происходит выражение «четыре угла Земли»). От такого ориентирования по 4 сторонам света в самых древних культурах возникает и такая геометрическая фигура, как крест. В свою очередь, наложение креста на кружочек (как примитивная схема Земли) составляет и сохранившийся до наших дней астрономический символ планеты Земля ⊕ — это кружочек с крестом посередине. Отсюда же происходит и слово «окрестность».

Кроме этого, у живущих в средней полосе народов всегда были замечены 4 разных сезона: весна, лето, осень, зима. Эти 4 сезона «организовывали» всю жизнь древних народов, полностью определяли её ритм и структуру года. Отсюда происходит символ, отражающий коловращение времён, именно последовательный переход сезонов один в другой. Это крест с загнутыми в одну сторону концами, известный как свастика. Этот символ существует во всех индоевропейских древних культурах; самые ранние его находки относятся к раскопкам города Мохенжо-Даро с возрастом около 5 тыс. лет. В современной Индии свастика также почитается как священный и очень значимый космологический символ смены времён года. К сожалению, в Европе в 20 веке этот символ получил неправильное и неудачное употребление.

Таким образом, 3 положения верхнего, среднего и нижнего миров и 4 направления сторон света образуют в сумме 7 «миров», которые можно мысленно (мифологически) выделить, причём один из них — это центральное положение — там, где мы находимся. Следует подчеркнуть, что выделение 7 миров в древнем мифологическом сознании относится к индоевропейским культурам и цивилизациям. Например, в Китае и у других последователей буддизма таким числом

является 5: 4 стороны света и центр Земли ($4 + 1 = 5$).

Следующий момент — это **7 видимых планет**. Для того чтобы говорить о числе планет, их нужно, во-первых, создать, и, во-вторых, пересчитать. Вся наша Солнечная система образовалась как единый комплекс центральной звезды (Солнце, возраст около 5 млрд. лет) и многих планет вокруг неё (возраст Земли $(4{,}55 \pm 0{,}05) \cdot 10^9$ лет). В процессе развития газопылевого облака сформировались планетозимали (протопланеты). Из них затем образовались очень разные планеты по разным сценариям; на некоторых из них, возможно, возникла биологическая жизнь. На нашей планете жизнь развилась уже до состояния разумной жизни. И, в конце концов, теперь существуют наблюдатели (мы с вами), — те, кто могут эти планеты наблюдать и считать их. Для того, чтобы наша планетная система образовалась в том виде, как мы её сейчас знаем, необходимо сочетание определённых существенных, изначально заданных параметров. Прежде всего, это масса начального протопланетного облака и, соответственно, масса центральной звезды — Солнца. Менее массивные звёзды являются, как правило, двойными, и у них нет дисков и планетных систем. Более массивные звёзды являются очень яркими и горячими голубыми гигантами, и всё протопланетное облако, которое вокруг них первоначально могло быть, они своим мощным излучением разбрасывают в космическое пространство, — у них также нет планет. Кроме массы протопланетного облака, важным параметром является его химический состав, поскольку необходимо иметь достаточный набор тяжёлых элементов, из которых впоследствии будут построены планетные тела. И ещё один момент — наблюдаемое в нашей Солнечной системе расположение планет является закономерной системой. Существует закон геометрической прогрессии расстояний планет от Солнца, известный как закон Тициуса—Боде (см. вопрос № 5 за 2000 г.).

Кроме закономерных соотношений, которые создали нашу планетную систему, нужно подчеркнуть ещё и определённые особенности, которыми наша планетная система обладает. Во-первых, в ней планет известно достаточно много: с учётом Плутона, больших планет у нас 9. Строго говоря, регулярными планетами можно считать тела только до Нептуна включительно. Уже Плутон по своим физическим и динамическим параметрам является первым представителем «транснептуновых» объектов, т. е. малых тел на периферии Солнечной системы (40–50 а. е.), которые ещё не прошли стадию формирования собственно планетных тел. Их там много (уже открыто около 400, всего возможно до 10^5), они, как правило, меньшей массы (10^{24}–10^{22} г) и размера (100–800 км), и состоят из замёрзших газов, воды и других летучих элементов. Они очень тёмные (альбедо $\approx 0{,}05$) и возможно имеют большое количество органических соединений. Нужно заметить, что в планетных системах около других звёзд мы находим, как правило, 1 планету; самое большое число, — 3 планеты, — обнаружено всего в нескольких системах из примерно 300 известных. Нам неизвестны планетные системы с бóльшим числом планет, но это связано с недостатками имеющихся у нас сейчас наблюдательных методов. Если бы мы, занимаясь поисками планетных систем откуда-то извне, наблюдали бы Солнечную систему теми методами и с теми точностями, которыми мы сейчас располагаем, то было бы обнаружено, по-видимому, что у Солнца всего только 2 планеты, — это Юпитер и Сатурн.

Дело в том, будучи наиболее массивными планетами, только они способны оказывать такое гравитационное влияние на центральную звезду (Солнце), которое можно было бы обнаружить наблюдениями извне. Будем надеяться, что в следующие десятилетия у нас появятся возможности обнаружения у других звёзд и малых, менее массивных планет, таких, как наша Земля. Тогда, конечно, число других экзопланет тоже возрастёт, и мы сможем более обстоятельно сравнивать нашу Солнечную систему с планетными системами других звезд.

Итак, на третьей от Солнца планете возникла жизнь, появились разумные существа — люди, и тем самым образовались наблюдатели неба. Наблюдение за небесными светилами Человечество начало ещё со времён каменного века (конец последнего оледенения 11000 лет, неолитическая революция произошла ориентировочно 13000 лет назад). Однако информацию о наиболее древних систематических наблюдениях мы имеем только со времён цивилизации Шумера (5000 лет). Естественно, что для проведения систематических наблюдений, человечество должно было пройти определённые этапы своего развития. Должны были сформироваться оседлые земледельческие цивилизации, которые существуют на одном и том же месте длительное время, имеют письменность, способны фиксировать результаты наблюдений, а в структуре этих цивилизаций должны были выделиться специально назначенные для этого люди. Это были жрецы, то есть сотрудники той или иной религии или идеологии, которые и могли заниматься решением таких задач, как наблюдательная астрономия.

Древние астрономы установили суточное вращение звёздного неба, как целого, а на фоне неподвижных звёзд ими было замечено всего несколько объектов, которые изменяют своё положение. Шумеры назвали их «дикими овцами» (по-гречески $\pi\lambda\alpha\eta\varepsilon\tau$ — «блуждающее светило»). Астрономические сведения шумеров и их космогонические мифы «Энума элиш» («Когда там, наверху. . . », 3 тыс. лет до н. э.), лунные календари жителей города Аккада (эпоха Саргона Древнего, 24 в. до н. э.), астрологические тексты эпохи царя Вавилона Хаммурапи (18 в. до н. э.) и знаменитый астрономический труд «Муль-Апин» («звезда-плуг», около 700 г. до н. э.) дошли до нас благодаря глиняным табличкам из библиотеки ассирийского царя Ашшурбанипала (669–663 до н. э.). Шумеры и вавилоняне описывают 7 планет, начиная с самого яркого небесного светила, — Солнца, на втором месте — Луна, потом — Марс, Меркурий, Юпитер, Венера и Сатурн.

Здесь нужно сделать несколько замечаний. Во-первых, нам известно, что между Марсом и Юпитером имеется некоторое вакантное положение, которое в современное время занимает пояс астероидов. По различным гипотезам (есть 2 взгляда на этот вопрос), астероиды могут быть первичным материалом, из которого планета на этом месте не успела сформироваться за счёт гравитационных возмущений со стороны Юпитера. Противоположная гипотеза говорит о том, что планета на этом месте существовала (есть даже название для этой планеты — «Фаэтон»), но потом, либо в результате внешнего удара, либо в результате бурных внутренних процессов, эта планета распалась на большое количество обломков, которые застыли в виде известных нам астероидов. Забавно отметить, что если бы планета Фаэтон сформировалась, то он заведомо вошёл бы в список наблюдаемых светил, и число видимых нами планет было бы другое. Яркость Фаэтона (если бы он существовал до сегодняшнего дня) могла быть

сопоставимой с яркостью Марса.

Следующее замечание состоит в том, что для того чтобы мы видели 7 планет, необходимы определённые условия по отношению к нашей атмосфере. Атмосфера Земли стала прозрачной для астрономических наблюдений в видимом диапазоне только в относительно недавние геологические эпохи (несколько сот млн. лет); а раньше она имела другой химический состав. В раннем возрасте она была, скорее всего, похожа на атмосферу Венеры; во всяком случае, Земля была окутана прочным и сплошным аэрозолем (облачным покровом), который до озона (O_3) закрывал её от солнечного ультрафиолета и более энергичных фотонов.

Ещё одно замечание состоит в том, что число видимых нами планет определяется параметрами нашего собственного зрения, а наше зрение — плод достаточно длительной биологической эволюции (имеется в виду диапазон частот света, которые мы способны воспринимать своими глазами, и, самое главное, уровень чувствительности наших глаз; см. также вопрос № 2). Мы способны в наиболее тёмные ночи наблюдать невооружённым глазом звёзды до $+6$ звездной величины; по интенсивности они в ≈ 250 раз слабее, чем самые яркие звёзды, которые присутствуют на нашем небе. Но можно взять и какого-либо иного представителя нашей биосферы. У ночных хищников, для того, чтобы результативно охотиться в тёмноте, органы зрения имеют гораздо большую чувствительность: зрачок большего диаметра позволяет им собирать существенно больше света, и они воспринимают слабые световые сигналы намного лучше нас. Мы можем предположить, что чувствительность зрения, например, у филина может быть сравнима с тем, как мы видим окружающий мир ночью с помощью бинокля. И если бы у нас было такое зрение, то мы могли бы увидеть те объекты, для наблюдения которых потребовалось изобретение телескопа Г. Галилеем в 1609 г. После Сатурна мы наверняка могли бы видеть ещё и Уран. Кроме этого, известно, что Галилей в свой телескоп наблюдал планету Нептун, который попал в поле его зрения случайно, но был им документирован в декабре 1612 г. рядом с Юпитером (это выяснилось спустя почти 300 лет, после целенаправленного открытия Нептуна в 1846 г. и архивной обработки записей Галилея). Кроме того, мы могли бы видеть спутники Юпитера просто своими глазами, если бы наши глаза были более чувствительными. Таким образом, число видимых планет от 7 в этом случае могло бы увеличиться с учётом Фаэтона до 10. А с учётом спутников Юпитера — даже до 14 (!). Но при этом понятно, что из числа видимых планет однозначно были бы исключены и Солнце, и Луна, как слишком яркие (собственно, Солнце и Луну мы планетами и не считаем).

Следующий вопрос — **7 дней фазы Луны**. Для всех живущих на Земле, и для человека тоже, Солнце (-26^{m}) является самым ярким световым источником, который определяет весь ритм биосферы — пробуждение утром, соответственно, дневную активность биологических существ, потом — ночной период, когда темно. Этот суточный ритм солнца «командует» всеми растениями и животными на Земле. Но следующий по яркости после солнца объект неба — это Луна (-13^{m}), наш спутник Земли. И ещё давно было замечено, что за период примерно 30 дней Луна существенно изменяет свой внешний облик. Сначала она видна в качестве тонкого месяца (растущего), потом она увеличивается

в полный диск, затем она вновь становится ущербной и убывает. И наконец, наступает новолуние, когда Луна пропадает, и нам не видно её освещённой стороны. Для самых древних людей, которые жили собирательством, достаточно было суточного ритма, т. е. достаточно было одного Солнца. Для людей, перешедших к охоте и скотоводству, а затем к земледелию, уже было необходимо использование более длительных временных ритмов. И вот здесь как раз Луна и явилась очень подходящим объектом, по которому можно удобно считать интервалы по 30 дней. Со времён каменного века известны вырезанные на костях (возраст 8500 лет, Африка) и в пещерах (9000 лет, Испания) виды фаз Луны по дням, — счётчики дней, своего рода наиболее древние лунные календари (аналогичный штриховой календарь на зубе мамонта — находка времен ледникового периода 15000 лет). Шумерские астрономы путём длительных наблюдений установили, что длительность одной «луны» составляет 29,5 дней; таким образом, примерно по 7 дней приходится на интервал каждой из четырёх характерных фаз: молодую Луну (первая четверть), полную Луну, убывающую Луну (последняя четверть) и тёмную Луну (новолуние).

Рассмотрим развитие системы Земля—Луна во времени. Дело в том, что возраст этой системы составляет 4,5 млрд. лет, как и возраст всей Солнечной системы. Относительно возникновения Луны существуют две гипотезы. Первая предполагает, что в первичную Землю ударилось какое-то крупное тело, сопоставимое с современным Марсом (это «импакт-теория», — столкновение планетозималий), после чего осталась «оббитая» Земля, а огромное количество мелкого вещества было выброшено в ближайшие окрестности, из которого впоследствии и собрался наш спутник Луна. Другая гипотеза говорит о том, что Земля и Луна формировались параллельно и одновременно, как два центра конденсации в пределах одного облака. В любом случае на первых этапах система Земля—Луна была гораздо более тесной, чем сейчас. Луна находилась в 1,5–2 раза ближе к Земле, а Земля вращалась вокруг своей оси намного быстрее, — земные сутки тогда составляли 4–5 современных часов. Период обращения Луны вокруг Земли тогда составлял 15–20 современных суток. При этом месяц (то есть период между фазами Луны) мог содержать от 50 до 100 «дней» той эпохи. Соответственно, на каждую лунную фазу приходилось бы не 7, а 10–20 тех «дней». За счёт действия приливных эффектов между столь близко расположенными телами, как Земля и Луна, произошли следующие процессы. Во-первых, собственное вращение Луны вокруг оси синхронизовалось с её орбитальным вращением вокруг Земли; Луна своё вращение затормозила и как бы «остановилась», — и с тех пор (по-видимому, уже сотни млн. лет) повёрнута к Земле всегда одной стороной. Во-вторых, приливное действие Луны на Землю постоянно тормозит собственное вращение Земли; этот эффект измеряется современными методами и составляет $1{,}8 \cdot 10^{-8}$ Т (увеличение суток на 0,0015 секунд за 100 лет). Это торможение проявляется и как процесс уменьшения числа дней в году на геологических масштабах времени, который наблюдается по палеонтологическим данным: 420 «дней» в году 600 млн. лет назад, 400 дней — 400 млн., 390 дней — 300 млн., 385 дней — 200 млн., 375 дней — 100 млн., 365 дней — сейчас. И, кроме этого, происходит ещё третий процесс — это отдаление самой Луны, т. е. увеличение расстояния между Луной и Зем-

лёй, и как следствие, уменьшение скорости обращения Луны вокруг Земли. Расчёты небесной механики дают нам модель финального развития системы Земля—Луна, которая будет представлять собой примерно следующую картину. Земля и Луна будут вращаться синхронно, будучи повёрнуты друг к другу всегда одной стороной. Земля синхронизует своё вращение вокруг оси с орбитальным движением Луны, и Луна всегда будет видна только с одной стороны Земли. Соответственно, земной день и лунный месяц станут одним и тем же событием, они будут равны друг другу, их продолжительность составит около 45 современных суток (интересно, что на «обратной» стороне Земли при этом месяцев не будет вовсе). Луна отодвинется примерно в 1,5 раза дальше, чем она находится сейчас, и расстояние до неё будет больше 500 тыс. км. Естественно, что каждая фаза Луны в этом финальном состоянии будет составлять тоже 1/4 земного «дня» (или 6 «часов» той эпохи). Некоторым утешением нам должно служить то обстоятельство, что такое развитие системы Земля—Луна идёт весьма небыстрыми темпами, и финальное состояние будет достигнуто едва ли через 1 млрд. лет. Поэтому можно сказать, что длительность каждой фазы Луны в 7 земных дней, — это определённое совпадение, которое мы имеем счастье наблюдать, и которое имеет место на протяжении нескольких десятков миллионов лет.

7 звёзд Большой Медведицы. Конфигурация звёзд Ковша Большой Медведицы (БМ) является настолько яркой и запоминающейся, настолько выделяется на фоне звёздного неба (современного), что Человечество обратило внимание на это созвездие ещё в каменном веке. Известны находки, когда звёзды БМ были вырезаны на кости или выбиты на камне (около 4000 лет до н. э.). Звёзды БМ обладают такими особенностями: они очень яркие ($1–2^{\mathrm{m}}$); они являются незаходящими (всегда выше горизонта); и они находятся в северном направлении, т. е. показывают нам расположение оси мира. Надеемся, что большинству школьников известно стандартное правило ориентирования: если соединить две крайние звезды Ковша БМ (α и β), отмерить это расстояние 5 раз по прямой, ты мы попадём как раз на Полярную звезду (α UMi), — тем самым, найдём направление на Север.

Это созвездие (7 звёзд Ковша БМ) выделяли все цивилизации, которые нам известны. В Китае это созвездие называлось «Повозка Небесного Императора», и считалось, что оно показывает, как Великий Небесный Император (более старший, чем китайский великий земной император) на этой повозке объезжает всю Вселенную и смотрит, всё ли в порядке. У шумеров было транспортное средство более прозаического применения: «Повозка для поклажи». На небе Древнего Египта это созвездие изображалось в качестве ноги быка, — несколько специфическая форма, объединяющая эти 7 звёзд. В Древней Греции яркие звёзды, показывающие направление на север, ассоциировались с медведями, живущими в лесах дикой тогда Европы, и с тех пор созвездие и получило имя Медведицы (хотя оно не похоже на медведя). У славянский племён 7 звёзд БМ образовывали своего рода ковш, то есть бытовой предмет для питья. А для американских индейцев эти звёзды символизировали трёх охотников, которые постоянно преследуют лося или какую-то другую крупную добычу; за счёт того, что Ковш вращается вокруг Полюса Мира, казалось, что охотники вечно гонятся за сво-

ей добычей. Существует множество и других интерпретаций этого созвездия, но все народы Северного Полушария безусловно выделяли его именно в той конфигурации, которая нам известна как Ковш Большой Медведицы.

Теперь можно вспомнить о том, что ось вращения Земли не имеет постоянного направления в пространстве; она совершает поворот вокруг полюса эклиптики с периодом 26 тыс. лет. Этот процесс называется прецессией земной оси. Соответственно, Полюс Мира, вокруг которого вращается всё звёздное небо, также перемещается среди звёзд, — он движется по некоторой незамкнутой кривой вокруг полюса эклиптики. Соответственно, примерно 8000 лет назад, когда Человечество впервые начало выделять яркие созвездия, оно не могло не заметить 7 звёзд БМ, в первую очередь потому, что в ту эпоху угловое расстояние от Ковша до Полюса Мира было в 3 раза меньше, чем сейчас. Большая Медведица располагалась всего в 10° от Полюса Мира (!). Интересно заметить, что через 4000 лет в будущем Полюс Мира, наоборот, удалится от Большой Медведицы на максимальное расстояние, и в 6000 году расстояние на небе от Ковша до Полюса Мира составит целых 60°. Тогда БМ уже не будет околополярным созвездием.

Следующий вопрос: почему же этих звёзд именно 7? Все звёзды на небе обладают той или иной величиной собственного движения: звёзды являются населением нашей Галактики; Галактика вращается; и под действием её гравитационного потенциала все звёзды свободно движутся в пространстве. Собственные движения звёзд, как правило, меньше 1 угловой секунды в год. Рекордсменом является знаменитая «летящая звезда Барнарда», которая получила такое прозвище за удивительно высокую скорость собственного перемещения по небу, — 10 угловых секунд в год. Звёзды Ковша БМ рекордсменами не являются, но и они имеют приличное собственное движение (до 0,5″/год) и за интервал времени ≈50 тыс. лет (как в прошлое, так и в будущее) конфигурация Ковша (внешний вид этого созвездия) существенно изменяется. Можно сказать, что 7 ярких звёзд БМ, расположенные вблизи Полюса Мира, — это конфигурация, которая в таком знаменитом и впечатляющем виде может наблюдаться только в этом прецессионном году, в котором мы с вами сейчас живём. (Прецессионный год — это интервал ≈26000 лет, за который ось вращения Земли вновь возвратится в то же пространственное положение). За период в несколько миллионов лет полностью меняется не только внешний вид нашего звёздного неба, но и значительно обновляется состав наших звёздных соседей. Многие звёзды из окрестностей Солнца удалятся на большие расстояния, и мы перестанем их видеть. Наоборот, из глубин Галактики к нам приблизятся какие-то другие звёзды, которых мы не видим сейчас, но которые будут сиять через несколько миллионов лет на небе Земли. Естественно, что спустя галактический год (это период обращения Солнца вокруг центра нашей Галактики ≈240 млн. лет, — характерный параметр вращения Галактики в целом), никого из известных нам сейчас звёзд поблизости уже не будет. Естественно, не будет и тех созвездий, которые мы знаем сейчас, не будет и 7 звёзд Ковша Большой Медведицы.

7 дней недели. Человечеству нужно было использовать разные способы деления интервалов времени. Самый короткий временной интервал, — это, естественно, световой день; он определяется восходом и заходом Солнца, а после

него — ночь. Самый длинный интервал, который периодически повторяется, — год. Для всех народов, живущих в средних широтах, очень важны сезонные изменения. В году, как известно, 365 дней; но столь длинный числовой ряд (365) использовать в прямой форме непросто. Поэтому для организации своей деятельности людям всегда требовалось применять промежуточные временные циклы. Первым таким циклом, естественно, стал месяц, — интервал в 30 дней, за которые Луна повторяет свои фазы. По мере усложнения общественных связей потребовался ещё один промежуточный интервал для подсчёта дней — им стала неделя.

Чтобы в неделе оказалось 7 дней, должно было произойти 3 важных астрономических совпадения. Во-первых, это 7 дней каждой фазы Луны, которые существуют в настоящую эпоху, и которые были первоосновой для создания регулярного календаря. Второе совпадение — это то, что мы можем видеть на нашем небе именно 7 планет, используемых в счёте дней. Третье совпадение — это возможное выделение в мифах тех или иных народов и цивилизаций семи пространственных «миров», о которых говорилось выше. Наконец, четвёртый элемент, тоже вполне случайный, — это то, что именно 7 ярких звёзд БМ расположены так близко около Полюса Мира. Это многократное повторение цифры 7 в небесных событиях привело к тому, что цифра 7 закрепилась и в календаре.

Возникновение регулярных систем счёта дней из нескольких циклов (календарей) возможно только в рамках вполне устоявшихся цивилизаций, то есть в царствах; самое древнее упоминание семидневной недели (4000 лет назад) мы находим в Вавилонских таблицах. 7 дней недели получили свои названия по 7 планетам: 1-й день — день Солнца, 2 — Луны, и так далее до 7-го дня Сатурна. Забавно, что у вавилонян день Сатурна считался самым несчастливым, и в последний день недели они, как правило, ничего не делали («шаббат» по-вавилонски — «покой»). 4 недели ($4 \cdot 7 = 28$) составляют примерно период одной Луны. 12 Лун составляют примерно длительность одного года. Поскольку 12 лунных месяцев меньше, чем 365 дней солнечного года, в некоторые года неизбежно требуется вставлять дополнительный месяц. Число 13, — это номер дополнительного месяца, он всегда приводил к определённому дискомфорту и беспорядку в равномерном течении календарного времени; естественно, что 13 стало символом несчастья.

Интересно также заметить, что далеко не все цивилизации использовали 7-дневную неделю. Например, Древний Египет жил по отрезкам в 10 дней, — это два интервала по 5 дней, которые символизируются пальцами рук. Каждая 10-дневка (впоследствии у греков она получила название «декада») посвящалась тому или иному богу (естественно, не главных, а второстепенных). Мелкие боги Египта, как это часто изображено на папирусах и других рисунках, объединяются и сидят по трое, как школьники за партой, потому что 3 интервала по 10 дней составляют 30 дней (примерно 1 месяц). Соответственно, 12 «троек» составляют регулярный год в 360 дней. Строго говоря, лунных месяцев в Египте не было, как не было и 7-дневной недели. Просто 36 богов сменяли друг друга на посту счёта дней, и после 36 декад добавлялось ещё 5 праздничных дней в честь главных богов Египта, — получался год в 365 дней, который достаточно хорошо отражал длительность интервала между двумя последовательными

разливами Нила. Египтяне не использовали Луну, потому что она не была им нужна в практической деятельности. Главным фактором, определяющим цикл жизни египетской цивилизации, был Нил, его разливы, и, соответственно, солнечный календарь 365 дней.

Неделей не пользовался и Древний Рим, в котором практиковался лунный календарь. При этом длина каждого лунного месяца не делилась на интервалы, а просто были выделены 3 дня с собственными названиями: «календы» (день около новолуния), «ноны» (5 или 7 день месяца, 1-я четверть Луны) и «иды» (13 или 15 день, полнолуние). Все остальные дни имели только порядковый номер, а недели не было (см. вопрос № 6). В китайской цивилизации минимальным циклом счёта дней является интервал 5 дней. Интересно вспомнить, что в СССР в 1930-е годы также были предприняты попытки упорядочения хозяйственной деятельности (попытки, естественно, чисто бюрократического характера), и у нас в стране были 5-дневки, 6-дневки и другие способы счёта дней. Но они довольно быстро вышли из употребления.

7 дней творения мира. Как сформировался окружающий нас мир? Вопросы создания (космогонии) мира всегда занимали мифическое сознание народов. У большинства древний народов в этом процессе участвовало много богов; можно привести в качестве примера мифы Древнего Египта, Вавилона. Очень интересные аспекты космогонии содержатся в индуизме, — как с помощью длинного змея боги взбивают первичное молоко, и из него образуется более твёрдое масло, символизирующее Землю; это довольно интересное отображение, отчасти напоминающее современные представления о концентрации вещества в космосе и формировании планетных тел. Интересно отметить, что для понятия первичного хаоса, который присутствует, например, в мифах Древней Греции, также имеется определённое соответствие с современными представлениями о хаотичном состоянии первичного вещества, с последующими процессами его самоорганизации и построения из хаоса всё более и более сложных структур. Очень интересные мифы о сотворении мира содержатся, например, у инков. Но наиболее известными для нас являются легенды, которые были созданы в рамках иудаизма. Дело в том, что, во-первых, в ближайших цивилизациях (в Северной Африке, на Ближнем Востоке) иудаизм стал первой религией, в которой проводился достаточно чёткий монотеизм (единобожие). И естественно, что создание всего окружающего мира не могло осуществляется иначе, как путём сотворения самым главным богом по заданной программе, которая достаточно хорошо описана в Библии, то есть что он создавал в 1-й день, что во 2, в 3, и так далее. Совершенно очевидно, что идея о сотворении мира за 7 дней, — это прямая реплика от 7-дневной недели, которая к тому времени уже многие века существовала в Вавилоне. Вторым идеологическим элементом является переосмысление вавилонского вынужденного ничегонеделания (шаббат) и выделение последнего дня недели (соответственно, когда мир как бы сделан) в качестве дня благочестивых размышлений: нужно отвлечься от суеты и оглядеть плоды рук своих, постараться подвести некоторые итоги, то есть подумать о более высоких предметах, нежели те, которые занимают нас ежеминутно и ежечасно (по-еврейски — «шаббот», Saturday — день Сатурна по-английски).

Естественно, что концепции, изложенные выше, являются полностью мифо-

логическими, они отражены в соответствующих произведениях тех или иных цивилизаций — в Торе, в Библии, в Калеюге, в Пополь-Вух, в мифах Греции. По научным представлениям, происхождение тех или иных явлений мира занимало существенно большие интервалы времени и происходило в несколько ином логическом порядке. В качестве примера можно сказать, что наиболее древние цивилизации человеческих объединений существуют около 6000 лет. Неолитическая революция, когда человек одомашнил животных и стал заниматься земледелием, относится в некоторых районах мира к 13000 лет назад. Появление Человека Умелого — примерно 40000 лет назад. Появление Homo Sapiens, как отдельного биологического вида — примерно 2,5 млн. лет назад. Около 600 млн. лет назад произошёл т. н. Кембрийский «взрыв», когда образовались многоклеточные организмы и многообразие биологических форм жизни на Земле резко увеличилось. Примерно 4,5 млрд. лет тому назад образовалась Земля, вся Солнечная планетная система, и Солнце — центральная звезда. 15 или 20 млрд. лет назад произошло первоначальное расширение Вселенной, — она стала развиваться по сценарию Большого взрыва. Нужно также заметить, что свойства пространства-времени в ранней Вселенной существенно другие, нежели сейчас, и поэтому не имеет смысла измерять его в земных годах.

7 небесных сфер. Совершенно очевидно, что небесные сферы являются переложением идеи 7 наблюдаемых планет. Вавилонскими астрономами были проведены расчёты периода повторения планетных конфигураций, то есть их положений друг относительно друга. В Древней Греции впервые была построена связанная картина мира. Начиная с Пифагора (6 век до н. э.) развивается идея о том, что Вселенная состоит из нескольких вращающихся сфер, вложенных одна в другую по принципу матрёшки. Евдокс Книдский (408–355 до н. э.) впервые применил численные методы для расчёта планетных движений; он пытался также ввести параметры — размеры небесных сфер, на которых закреплены планеты. Небесные сферы представляют собой некоторые идеальные образования: они идеально круглые и вращаются идеально равномерным образом. Вся эта конструкция окружена итоговой сферой, на которой расположены неподвижные звёзды, и которая вращается также равномерно по своим законам. Впервые столь связную систему мира изложил в своих трудах Аристотель (384–322 до н. э.). Она получила название геоцентрической системы мира: Земля — в центре, вокруг неё — 7 небесных сфер с планетами плюс сфера неподвижных звёзд. Впоследствии эти 7 «этажей мира», в частности, нашли свою мифологическую интерпретацию и в 7 рангах «чинов небесных», — по старшинству между ангелами. Но даже в нашем лексиконе сохранилось такое выражение, как «быть на 7 небе», — наиболее возвышенное, радостное состояние, когда человек как бы отрешается от земных забот. Интересно отметить, что в гелиоцентрической системе мира Коперника (1543 год) также сохранены идеи небесных сфер, по которым планеты вращаются вокруг Солнца. Впервые только наблюдения кометы 1577 г., которые проводил Тихо Браге (1546–1601), показали, что комета движется совершенно «неправильным» образом, — она в ходе своего движения пересекает небесные сферы планет. После этих наблюдений стало понятно, что твёрдые небесные сферы в природе не существуют, что это — некоторые идеальные образования, не имеющие реального аналога. Можно сказать, что комета Тихо

Браге своим хвостом разрушила небесные сферы, которые существовали до неё.

7 цветов радуги. Небесная радуга наблюдалась человечеством издревле, всегда привлекала к себе внимание и восхищала людей. Да и сейчас любой человек после дождя, откинув зонтик и увидев радугу, точно также восхищается ею, как и тысячелетия тому назад. В древних мифах существовала специальная богиня Ирида, которая занималась организацией радуги. Это же название — ирида — имеет и радужная оболочка зрачка глаза. В Библии приводится мифологическое описание того, что после организации всемирного потопа, когда Бог уничтожил большую часть человечества, он создал радугу для ознаменования своего более умиротворённого настроения, и как знак того, что больше всемирных потопов не будет. Конечно, это не так, поскольку «всемирные» или не-всемирные потопы в той или иной форме, к сожалению, будут. Совсем недавно, 26 декабря 2004 г. была очень серьёзная региональная катастрофа в Индийском океане (землетрясение 8,9 баллов и цунами 20 м), унесшая жизни сотен тысяч людей. Понятно также, что радуга существовала и до всемирного потопа, и будет существовать всегда, поскольку это есть не что иное, как процесс преломления солнечного света в капельках воды, и последующее разложение этого света в оптический световой спектр. Везде, где есть источник света и круглые капельки воды, будет и радуга (интересно посмотреть радугу на других планетах!).

В лабораторных условиях радугу впервые воспроизвёл опыт Ньютона 1666 г. Ньютон изучал прохождение солнечного луча света через прозрачные среды и предметы. Применив трёхгранную призму из плотного стекла, он обнаружил, что солнечный луч разложился в непрерывный спектр. Кроме того, Ньютон добился и обратного процесса, — то есть ему удалось синтезировать белый свет из набора первоначально разложенных цветов. То, что спектр был разложен именно на 7 цветов, — это было некоторое условное решение, поскольку цвета полученного спектра соответствовали примерно 7 цветам, известным ранее из наблюдений живой и неживой природы. Естественно, что в радуге можно выделить как большее число, чем 7, так, вообще говоря, и меньшее число цветов. Опять же, в китайской цивилизации применяется 5 цветов, которые символизируют 5 сторон света. В системе технических цветов используется вообще всего 3 цвета — это система RGB (красный, зелёный, синий).

7 металлов. Человечество прошло (условно, конечно) 3 этапа своего развития по материаловедению, которые так и называются: каменный век (соответственно, орудия из камня); бронзовый век (первые попытки получения сплавов на основе меди, как наиболее доступного и легкоплавкого металла); и, наконец, «железный» век, когда человечество научилось добывать, выплавлять и обрабатывать железо, создавать железные орудия труда и, в первую очередь, железное оружие. Можно упомянуть, что у древних философов структура вещества в мире определялась 4 стихиями: земля, вода, воздух, огонь, как базовых элементов вещества. Кроме того, с древности были известны ещё несколько металлов, в первую очередь это золото и серебро, которые в природе обнаруживались и в виде самородков, и в виде рудных образований. Эти металлы человечество также научилось добывать, и достаточно скоро серебро и золото стали драгоценными металлами, эквивалентами богатств. В средние века получила серьёзное развитие алхимия, попытки поиска первоэлементов, из которых построены все

вещества, а также исследования превращений веществ друг в друга. И совершенно естественно, что опять таки по аналогии с 7 планетами были определены и 7 металлов, которые в алхимии получили названия «основных». Было установлено «соответствие» между металлом и той планетой, которой он соотнесён. Естественно, что с точки зрения современной науки это является неверным, это всего лишь историческое наследие. Металлов, как известно, существует не 7, их намного больше: современная таблица Менделеева включает уже больше ста элементов, из которых абсолютное большинство имеет металлические свойства. Из металлов, получивших практическое применение в 20 веке и неизвестных ранее, можно, например, назвать уран и алюминий, которые существенно повлияли на нашу жизнь.

Наконец, можно упомянуть многократные другие употребления числа 7 в нашей повседневной жизни и других применениях. Естественно, что все они являются репликами, то есть воспроизведениями 7-дневной недели, как базового цикла, и мифа о 7-дневном творении мира. «7 раз отмерь, один раз отрежь». «Семь шкур спущу. . . ». «Работать до 7 пота». «7 вода на киселе». 7 UP, и др.

Календарь Юлия Цезаря. Вновь напомним, что в Риме не было недели. Отношение Римской республики к одной из своих провинций, которой была Иудея, применявшая 7-дневный счёт, были далеко не безоблачными, поскольку Рим в 63 г. до н. э. завоевал Иудею и присоединил к себе. В 46 г. до н. э. Юлий Цезарь приял решение о модификации римского календаря по схеме, предложенной александрийским астрономом Созигеном. Римский календарь был чисто лунным, и каждый новый месяц начинался с фазы новолуния (календы); для того, чтобы сохранить времена года, к 12 лунным месяцам периодически прибавлялся 13-й месяц Мерцедоний (вставлялся внутрь февраля). Эта система была крайне неудобна. Лунным календарём можно пользоваться в рамках небольшого образования, скажем, в греческом полисе, или в рамках какого-нибудь скотоводческого племени. А в рамках огромного государства, разбросанного на пространствах во многие тысячи километров, невозможно пользоваться календарём, который является столь непредсказуемым и столь нерегулярным. Задачи централизованного управления огромными территориями и огромными людскими массами, каковым стал Рим к 1 веку до н. э., потребовали введения регулярного, предсказуемого и рассчитываемого на любой день вперёд календаря. Таким календарём и стал юлианский солнечный календарь, который полностью отказался от фаз Луны и лунных периодов. Таким образом, день введения календаря Юлием Цезарем 1 января 45 г. до н. э. стал последним днём, когда даты гражданского календаря были привязаны к фазам Луны. Но, как дань традициям, в юлианском календаре сохранены 12 месяцев с теми же названиями, как и в прежнем, и были сохранены, естественно, собственные имена дней в месяце, т. е. календы, ноны, иды. Можно сказать, что переход от римского республиканского календаря к юлианскому, упорядочение всей единой государственной деятельности в одном ритме символизировало переход от республики к империи. Но, как известно, введение новых праздников — дело возможное, а вот отмена старых праздников, как правило, никогда ни у кого не получалась. И в том числе поэтому Юлий Цезарь 2 года спустя был убит заговорщиками в мартовские иды 44 года.

Естественно, что это был 44 г. до н. э., то есть за полвека до рождества Христова и за 70 лет до его воскресения. Таким образом, юлианский календарь никоим образом не связан с последующими мифическими религиозными событиями, и не мог быть связан. После введения юлианского календаря Римская империя продолжала вести счёт лет от основания Рима (по юлианскому календарю). В юлианском календаре точно также отсутствовала неделя; в то время как в Иудее сохранялся местный счёт дней: 7 дней недели, лунные месяца по истинным фазам, счёт лет от «сотворения мира». Нужно подчеркнуть, что для истинного лунного календаря началом нового месяца является вечер того дня, когда впервые может быть увиден тонкий серп молодой Луны. Как только произошёл факт отметки на небе тонкого серпа, тем самым наступает новый месяц древнееврейского (и мусульманского) календаря. Поэтому начало месяца привязано к молодой Луне, а начало суток точно также привязано к моменту появления первой звезды, ибо только в условиях гражданских сумерек можно определить — начался новый месяц или нет, начался ли новый день нового месяца.

В 753 г. от основания Рима в Иудее произошли определённые события, которые получили свое отражение и мифологическое изложение в Евангелии. Современная наука не располагает какими-либо безусловными подтверждениями того, что описанные события реально произошли; однако мы не можем и полностью отрицать этого (описанное возможно с определёнными, естественно, оговорками). В 30 году нашей эры по Евангелию произошло распятие Христа. Поскольку казнь проводилась по законам Иудеи, то, естественно, она произошла в пятницу накануне еврейской пасхи, поэтому у христиан имеется «страстная пятница» (день казни). Мифическое воскресение Христа произошло не в праздничный день евреев (Шаббот), а на следующий день после него, когда по Евангелию попытались обнаружить ранее погребённое тело и не нашли его. Соответственно, днём воскресения считается следующий день после субботы. Вообще говоря, это был первый день регулярной семидневной недели, день Солнца по-вавилонски. Поэтому счёт дней в неделе в еврейском календаре и в христианстве отличается на 1 день; начало недели происходит в одном случае в воскресенье, в другом случае — в понедельник.

Вопрос № 8. *Как можно узнать расстояния до планет, звезд и галактик? Кто это сделал впервые? Кто наиболее широко «раздвинул» нашу Вселенную?*

Ответ.

Комментарий. Прежде, чем отправляться в космос, рассмотрим измерения расстояний в ближайших окрестностях, поскольку нам это потом пригодится. Как всем известно, с помощью одного глаза мы не можем определить расстояние — оно остаётся неопределённым. В этом смысле, например, мифические сказочные одноглазые циклопы (существа с одним глазом посредине лба) оценивать расстояния правильно не могли. И если бы они существовали (в сказках), то могли бы действовать, только научившись определять расстояния до предметов на опыте, эмпирически, набив при этом себе много шишек на том же лбу.

В природе все хищные животные, кто охотится за быстродвижущимися объектами, применяют **бинокулярное зрение**, то есть имеют два глаза, причём они расставлены максимально широко, насколько это возможно. Два глаза, кроме этого, имеют весьма большое поле совместного зрения (перекрытие поля зрения обоих глаз). Бинокулярное зрение основано на принципе параллакса, который состоит в том, что при рассматривании объекта с разных точек зрения происходит его угловое смещение. Каждый глаз определяет своё направление на требуемый объект относительно фона, который позади объекта. В свою очередь, мозг высокоразвитого существа суммирует эти два изображения от двух разных глаз и путём довольно сложной обработки образов определяет (оценивает) расстояние до объекта. В частности, поэтому, например, очень трудно оценивать расстояние до светящейся точки в темноте, — нет фона, на котором она была бы видна разными глазами. Точно также происходит существенная ошибка при определении расстояния до горизонтально натянутых проводов на фоне неба, поскольку образы этих проводов, получаемые от правого и левого глаза, полностью неотличимы друг от друга. Слияние этих образов вызывает и неопределённость в расстоянии. Точно также, если мы прицеливаемся — мы специально, сознательно закрываем один глаз. Тем самым мы выключаем наш механизм бинокулярного зрения и исключаем ошибки в углах; оставляем только один глаз — соответственно, только одну линию визирования на объект. Столяр, например, проверяет прямизну своей заготовки: он смотрит вдоль неё, прищуривая один глаз.

Пределы нашего бинокулярного зрения не настолько уж велики. Типичное расстояние между центрами глаз для взрослого человека составляет $b = 70$ мм. Соответственно, объект, находящийся от нас на удалении R=7 м, имеет отношение $R/b = 1/100$, и, соответственно, его смещение для разных глаз происходит на $\approx 0{,}5^\circ$ — это заметная величина соответствует видимому диску Солнца или Луны. Если же объект находится от нас на $R = 70$ м, относительное расстояние становится $1/1000$, и угловое смещение такого объекта составляет 3 угловые минуты. При удалении на 200 м бинокулярный эффект составляет 1' — это уже равно угловому разрешению наших глаз, и это предельное расстояние, на котором мы можем осуществлять своё бинокулярное зрение. Интересно отметить, что если мы чувствуем, что нам не хватает данного нам природой расстояния между глазами, и мы пытаемся оценить расстояние до объекта на больших расстояниях, то мы можем применить такие приёмы, как, например, покачать головой из стороны в сторону, или присесть, тем самым изменив свою точку зрения по высоте. В любом случае это приёмы, которые позволяют нам увеличить базу между разными точками зрения на один и тот же объект.

Из пределов бинокулярного зрения возникают и известные визуальные **парадоксы** оценки размеров предметов и расстояний до них (оптические обманы). Поскольку происходит бессознательная оценка величины углов или угловых размеров предметов, то их перевод в линейные размеры «по привычке» может приводить к ошибке в несколько раз. Для всех более далеких объектов эффект бинокулярного зрения отсутствует, и дальние объекты воспринимаются нами как находящиеся на бесконечности. С этим также связан интересный астрономический эффект, т. н. видимый «эффект плоской Луны». Дело в том, что мы

видим Луну не как шар, а в качестве плоского диска (блина), поскольку Луна находится очень далеко и бинокулярный эффект, который мы могли бы ощутить, является пренебрежимо малым.

Как измеряются **расстояния** на Земном шаре. Ну, на суше прежде всего используются ориентиры, которые и так расставлены вдоль дороги, по которой мы путешествуем. Как говорится, «язык до Киева доведёт». Есть и известные присказки русских народных сказок про Тридевятое царство и Тридесятое государство. Ещё можно вспомнить и Митрофанушку, который говорил, что незачем учить географию, коли извозчик куда надо довезёт. При путешествиях по морю какие-либо ориентиры на местности отсутствуют. И спросить некого. Соответственно, в морских путешествиях с древности расстояние измеряется в днях пути. Поскольку это весьма неточное измерение расстояния, то легко понять, почему для мореплавателей древних времён столь важно было увидеть сушу, то есть вовремя заметить приближение к земле и понять, что они приплыли туда, куда хотели, а не туда, куда их унесло бурей.

Многие участники Турнира (забавно отметить) предлагали такой же принцип древних мореплавателей для оценки расстояния до звёзд. Многие писали, что нужно слетать до какой-нибудь звезды, ну и, соответственно, померить расстояние туда и обратно. Понятно, что это нереально.

В астрономии для измерения расстояний до небесных объектов применяется метод параллакса, аналогичный тому, о чём мы говорили выше. Оценивается разница направлений (или угловое смещение) на фоне неподвижных звёзд с двух разных точек зрения. Самое простое — использовать для создания двух разных точек зрения размеры Земли. Максимальное удаление диаметрально-противоположных точек на поверхности Земли составляет $\approx$12500 км. Этот эффект называется **суточным параллаксом**. Наиболее часто суточный параллакс применяется для наблюдения движения Луны. При этом наблюдателю не требуется путешествовать по Земному шару, достаточно просто воспользоваться вращением Земли и за счёт суточного перемещения увидеть суточный параллакс Луны на фоне звёзд. С этим же эффектом связаны и две истории в астрономии, и обе — с именем Тихо Браге (1546–1601). Вечером 11 ноября 1572 г. Тихо Браге, выйдя из дома, неожиданно увидел необычайно яркую (-4^{m},1) звезду в Кассиопее, которой там раньше не было. Он измерил её положение относительно звёзд фона, а утром, повторив измерения, заметил, что она не сдвинулась. Звезда, постепенно угасая, была видна 17 месяцев, и всё это время она сохраняла своё положение относительно неподвижных звёзд; отсюда Браге сделал естественный и правильный вывод о том, что она находится на очень большом удалении, существенно дальше, чем все планеты. Эту звезду видела вся Европа, и результат Браге, в противовес авторитету Аристотеля и церкви, показал, что и в небесах не все неизменно, перемены возможны. (Теперь мы знаем, что это была мощная вспышка сверхновой звезды 1 типа (абсолютная зв. вел. $\mathrm{M} = -18^{\mathrm{m}}$) на расстоянии 5,0 кпс ($15{,}4 \cdot 10^{21}$ см). Вскоре Тихо Браге реализовал и обратный пример, когда он наблюдал прохождение кометы 1577 г. по Солнечной системе. Комета, напротив, быстро перемещалась и, что самое важное, Браге сумел измерить её суточный параллакс (за счёт суточного вращения Земли). Отсюда он не просто сделал вывод о том, что комета находится очень близко, но и построил ее орби-

ту. Из наблюдений кометы, кстати, последовал очень важный вывод о том, что поскольку она пересекает так называемые небесные сферы многих планет, то, по-видимому, никаких твёрдых хрустальных небесных сфер и не существует, что ещё больше противоречило установленным «небесным порядкам».

Второй метод определения расстояний, который можно применить в астрономии — это использование **законов Кеплера** для планетных орбит. Третий закон Кеплера гласит, что квадраты периодов обращения планет относятся друг к другу как кубы больших полуосей орбит. Для более точной проверки измерений размеров орбит планет, и, соответственно, для проверки численных значений этого третьего закона, было проведено специальное наблюдение во время великого противостояния Марса. В 1672 г. Французской Академией была организована экспедиция во Французскую Гвиану, в район города Кайена (Южная Америка, широта $+5°$). Это, кстати, места, весьма знаменитые во Франции тем, что там находится французская каторга (своего рода аналог нашего Сахалина). В Кайену поехал Жан Рише, который и проводил наблюдения Марса во время великого противостояния. Одновременно проводились наблюдения и на Парижской обсерватории. За счёт имеющейся разницы широт между Парижем и Кайеной был измерен суточный параллакс Марса при наибольшем сближении его с Землёй, и тем самым удалось очень точно (8%) определить орбиту Марса, а следовательно, и расстояние от Земли до Солнца. После этого, для любых тел в Солнечной системе достаточно измерять периоды их обращения, чтобы определить точное размеры их орбит и вычислять расстояния до них.

Многие участники турнира правильно указывали на такой метод определения расстояний, как **локация**. Действительно, если вы посылаете какой-либо сигнал до объекта, и потом этот сигнал от объекта отражается, то вы можете измерить время прохождения сигнала Δt по пути туда-обратно. Зная скорость v распространения сигнала в среде, вы сразу же получаете расстояние до объекта по простой формуле $R = v \cdot \Delta t/2$. Для локации можно использовать любые волны. У нас на Земле обычно используются звуковые волны, например, в гидролокаторах. Использовать звук для локации в астрономии нельзя, — в безвоздушном пространстве звук не распространяется (это была ошибка многих участников). Для локации в космосе используются электромагнитные волны — световые и радиоволны. С радиолокацией связана одна очень интригующая астрономическая история, связанная также и с военными действиями. Дело в том, что в 1942 году шла «битва за Англию», и германские самолёты геринговской Люфтваффе волна за волной шли на Англию и бомбили Лондон, другие крупные города. Для обнаружения самолётов англичане применили метод радиолокации: посылка радиосигнала, и измерение расстояния. Затем на вражеские самолёты наводились истребители и шли бои в воздухе. Вскоре выяснилось, что германские самолёты предпочитали лететь на рассвете, и сигнал, отражённый от самолётов, терялся на фоне постороннего очень мощного шумового сигнала. Поначалу было непонятно, какая радиостанция излучает этот сигнал, маскирующий наступающие бомбардировщики. Естественно, перед ПВО была поставлена задача обнаружить эту радиостанцию, и авиация должна была её уничтожить. Однако, когда попытались определить расстояние до этой станции методом триангуляции с разных сторон, то выяснилось, что этот источник шумового сигнала

находится на бесконечности. И тогда стало понятно, что этот радиосигнал излучает само Солнце. Понятно, что применять локацию к Солнцу бессмысленно — у него нет твёрдой поверхности, и, соответственно, радиосигнал от Солнца не отразится. Тем не менее, метод радиолокации успешно применяется по отношению к планетам, начиная с 1961 г. Наиболее продуктивно радиолокационные измерения проводились для Венеры; и с их помощью удалось наиболее точно измерить астрономическую единицу, как масштабный фактор нашей планетной системы ($\mathrm{a} = 1{,}495979 \cdot 10^{13}$ см). Венера облучалась мощным коротким радиоимпульсом в сантиметровом диапазоне, потом принимался и анализировался ответный сигнал. Из радиолокационных данных удалось установить факт обратного вращения твёрдого тела самой Венеры (твёрдая оболочка Венеры иначе как радиолокационными методами с Земли вообще не видна), а также построить первые карты её поверхности. Локация применялась и в видимом свете с использованием зеркал телескопов $\approx$1 м и мощных импульсных лазеров только для одного естественного небесного объекта — для Луны. Причём более того — для того, чтобы осуществить лазерную локацию Луны, необходимо было, чтобы в процессе космических полётов на поверхности Луны были установлены многочисленные т. н. уголковые отражатели. Ими снабжались все посадочные модули миссии «Аполлон», а также все советские станции программы «Луна» и советские луноходы (которые так и остались на поверхности Луны). Сейчас на поверхности Луны имеется несколько десятков точек расположения этих оптических отражателей, и, посылая с Земли мощные импульсные лазерные сигналы, можно принимать отражённые сигналы. В оптическом диапазоне мы можем сформировать очень короткий импульс, и, вообще говоря, измерить расстояние от телескопа до отражателя на поверхности Луны с точностью около 1 см. Метод лазерной локации Луны позволил существенно уточнить все теории движения Луны, и сейчас мы знаем не просто орбиту, а характер движения нашего естественного спутника, можем рассчитывать его положение в пространстве с точностью также около 1 см. Лазерная локация применяется и для всех искусственных спутников Земли, как в ближнем космосе, так и на геостационарных орбитах. А для всех космических аппаратов, которые уходят в дальний космос, применяется радиоизмерение расстояний: автоответчик-ретранслятор, который принимает сигнал с Земли и посылает ответный сигнал, по времени прихода которого можно очень точно мерить расстояние до космического аппарата, который находится где-нибудь у совсем другой далёкой планеты.

Следующий метод определения расстояний — это метод **параллаксов звёзд**. Дело в том, что для того, чтобы измерить угловое смещение звёзд, надо использовать разные точки зрения, раздвинутые максимально широко. Для этого может использоваться орбита Земли вокруг Солнца. Соответственно, расстояние между разными точками зрения с противоположных точек земной орбиты составляет около 300 млн. км. Только используя столь большие смещения, удалось измерить параллаксы (угловые смещения) для ближайших звёзд. Дело в том, что со времён создания гелиоцентрических систем и у Коперника (1543 год), и тем более у его предшественника Аристарха Самосского (310–250 до н. э.), конечно, главным вопросом, главной наблюдательной проверкой гелиоцентрической системы был как раз вопрос: имеются или не имеются уг-

ловые смещения звёзд в зависимости от годичного движения Земли? Их противники говорили, что раз таких смещений не наблюдается, то, соответственно, нельзя утверждать, что Земля движется в пространстве. На что сторонники гелиоцентрической системы возражали, что проблема состоит в том, что звёзды находятся очень далеко, и для них смещение Земли по орбите является пренебрежимо малым. Действительно это так и оказалось, поскольку впервые параллакс звезды 61 Лебедя ($0''$,294) удалось померить только в 1838 году Фридриху Бесселю (1784–1864) в Кёнинсбергской обсерватории. Чуть раньше в 1837 г. в Дерптской обсерватории Вильгельм Струве (Василий Яковлевич, 1793–1864) измерил параллакс для самой яркой звезды северного полушария — звезды Вега ($0''$,125). Также измерения звёздных параллаксов проводил Томас Гендерсон (1798–1844) и определил расстояние одной из ближайших к нам звёзд — α Центавра. На сегодняшний день известно, что самой ближней к Солнцу звездой является слабая звёздочка 12 звёздной величины, красный карлик в системе кратных звёзд, поэтому звезда получила своё названия Проксима Центавра, то есть «ближайшая». Но и у неё годичный параллакс составляет всего-навсего 0,762 угловые секунды. То есть даже ближайшие к Солнцу звёзды годичным параллаксом смещаются меньше, чем на угловую секунду, и метод угловых параллаксов мы можем применять только в ближайших окрестностях Солнца.

На больших расстояниях всего в нескольких случаях удалось использовать быстрый разлёт оболочек от взрывающихся новых или сверхновых звёзд. Было всего несколько совпадений, когда удалось в момент сброса оболочки звезды измерить спектральным методом её лучевую скорость, соответственно, определить скорость разлета оболочки. А потом эта оболочка расширялась, и спустя некоторое число лет, удалось её увидеть уже в виде пространственной туманности, и измерить её угловые размеры. Если мы знаем скорость v, с которой эта оболочка расширялась (мы её измерили вначале), знаем время Δt, за которое она расширилась, то, измерив её угловой размер ρ, до которого она «выросла», мы можем посчитать и расстояние до неё: $R = v \cdot \Delta t/\rho$.

Некоторым менее точным, но действенным методом определения расстояний были исследования звёздных потоков методами т. н. вековых параллаксов. Дело в том, что звёзды движутся не вполне хаотично — у них есть достаточно существенные групповые движения, которые известны как звёздные потоки. Измеряя собственные угловые движения звёзд на небе, можно такие звёздные потоки выявлять, и, соответственно, делать достаточно хорошие оценки расстояний до них.

Ещё можно привести пример, когда измерялись интенсивности радиолиний нейтрального водорода (это в радиодиапазоне) в зависимости от лучевой скорости этих линий (излучающего объекта) и направления вдоль плоскости Галактики, по разным долготам Галактики. Поскольку профиль линии существенно менялся, то в рамках модели спиральной структуры Галактики в целом и её кругового вращения эти профили линий удалось расшифровать, и таким образом была построена радиокарта всей нашей Галактики. Теперь нужно заметить, что все вышеизложенные методы являются методами геометрическими. То есть это или локация, или измерение угловых смещений, параллаксов, или прямые

измерения расстояний с помощью лучевых скоростей. Так или иначе, это геометрические факторы.

Между тем, среди методов измерения расстояний в космосе наибольшее значение приобрели так называемые **фотометрические расстояния**, то есть расстояния, которые определяются по измерениям потока излучения от объектов. Дело в том, что если у нас есть, например, две свечи, расположенные одна на расстоянии R, другая — на расстоянии $2R$, то в соответствии с тем, что свет распределяется равномерно по всем направлениям, интенсивность, которую мы получим от более дальней свечи (расположенной в 2 раза дальше), будет в $2^2 = 4$ раза слабее, чем от ближней. Иными словами, для излучения выполняется закон обратных квадратов расстояний: $I \sim 1/R^2$. Это позволило использовать шкалу астрономических звёздных величин для определения расстояний. Ещё Гиппарх (160–125 до н. э.) ввёл понятие звёздной величины: все видимые звёзды на небе он разделил на 6 классов. Самые яркие назвал звёздами 1-й величины, самые слабые — звёздами 6-й величины. Он предполагал, что звёзды расположены на одинаковом расстоянии от нас, на сфере неподвижных звёзд, и видимая яркость звёзд определяется их собственным размером. Отсюда произошло понятие «звёздная величина». Теперь мы знаем, что видимая яркость звёзд зависит не только от их собственной светимости, но и, в большей мере, от расстояния до них. Сейчас измерение потоков света проводится более точно, чем в древности, но в целом шкала звёздных величин Гиппарха в астрономии сохранилась исторически. Её только уточнили измерениями, и условно установили, что звёзды, световые потоки от которых различаются в 100 раз, будут различаться ровно на 5 видимых звёздных величин. Такое условие было выбрано специально, чтобы примерно соответствовать прежней шкале. Соответственно, изменение видимой яркости на одну звёздную величину соответствует изменению светового потока в $\sqrt[5]{100} \approx 2{,}512$ раз. (число 2,512 известно как число Погсона). Следовательно, если у нас есть две одинаковые звезды, расстояния до которых различаются в 10 раз, то их видимая яркость будет различаться по закону обратных квадратов в 100 раз, то есть как раз на 5^{m}.

Таким образом, фотометрическими расстояниями удобно пользоваться, но возникает проблема, которая называется «проблема стандартной свечи». Дело в том, что этой шкалой можно пользоваться в том случае, если мы будем уверены, что звёзды (или другие объекты), которые находятся на очень разных расстояниях, и видимый свет которых различается очень сильно, сами по себе являются источниками излучения с одинаковой яркостью, т. н. стандартными свечами. Если это не так, то правильно определять расстояния мы, естественно, не сможем. Но астрономам очень повезло. Нашёлся такой специальный класс объектов, которые очень хорошо выполняют задачи стандартной свечи. Это переменные звёзды, которые называются **цефеиды** по имени наиболее известного своего представителя — звезды δ Цефея. Особенность этих звёзд состоит в том, что они изменяют свою яркость по регулярному закону, причем они пульсируют целиком, как звезда в целом с совершенно характерной зависимостью их блеска от времени. Когда-то они становятся ярче, потом — наоборот, слабее. Период этих пульсаций может составлять от часов до суток. Замечательной особенностью именно цефеид является их чёткая зависимость «период-светимость»:

чем ярче звезда светится, тем у неё период больше. И эта зависимость была установлена очень точно по измеренным расстояниям (параллаксам). Благодаря этому у астрономов оказывается счастливая возможность измерять далёкие расстояния. Можно наблюдать цефеиду достаточно далеко (до 3 Мпс), и она будет выглядеть как очень слабая звёздочка. Но мы можем измерить её пульсации блеска и определить период этих пульсаций. По установленному периоду мы можем определить, какова её собственная светимость; а сравнивая истинную светимость с видимой звёздной величиной, мы по закону обратных квадратов легко можем найти с достаточной точностью расстояние до этой цефеиды. Благодаря цефеидам была установлена точная шкала расстояний во всей нашей Галактике.

Более того, при известных расстояниях до различных типов звёзд стали известны и особенности их светимостей, спектральных классов, зависимость светимости звёзд от их температуры, их спектра. Была установлена зависимость светимости звёзд от их массы. И вообще, благодаря установлению тригонометрических параллаксов в ближних окрестностях Солнца, а потом измерению фотометрических параллаксов — расстояний до цефеид, — для большого числа звёзд были установлены расстояния, а, соответственно, и их истинные собственные светимости. И большой объём этого наблюдательного материала позволил построить современную, очень развитую и достаточно точную физическую теорию нормальных звёзд. Мы знаем теперь о звёздах очень много. Более того, благодаря этой системе расстояний, удалось построить очень точную и подробную карту нашей Галактики. Мы теперь знаем, как наша Галактика устроена, где какие объекты расположены, как они движутся, какова спиральная структура нашей Галактики.

В 1923 г. Эдвин Хаббл (1889–1953) получил снимок туманности Андромеды на крупнейшем тогда рефлекторе 100 дюймов и ему удалось обнаружить на нём слабую переменную звезду. Она оказалась цефеидой! Естественно, что сравнив её видимую звёздную величину с известной зависимостью, Хабблу впервые удалось определить расстояние до туманности Андромеды (670 кпс, $\approx$2 млн. световых лет). Это был первый опыт измерения межгалактических расстояний. К настоящему времени обнаружено несколько тысяч цефеид в ближайших галактиках — в Магеллановых облаках, в Андромеде, в созвездии Треугольника и в других близких галактиках нашей Местной группы. При увеличении расстояний нам потребуется использовать всё более и более яркие объекты. И в дальнейшем для определения расстояний использовались уже не цефеиды, а наиболее яркие звёзды-гиганты, размеры наиболее ярких туманностей, а также взрывы сверхновых звёзд. Для более далёких галактик — там, где отдельных звёзд мы уже не можем различить, используются установленные зависимости интегральных характеристик галактик: их типичные размеры, типичные светимости, и по ним также определяются расстояния до галактик.

Наконец, на самом большом пространственном масштабе используется эффект Доплера — смещение длины волны света в зависимости от лучевой скорости. Дело в том, что Хаббл, наблюдая несколько десятков близких галактик, в 1929 г. экспериментально установил зависимость: скорость, с которой галактика удаляется от нас, прямо пропорциональна расстоянию до этой галактики.

Первоначально предполагалось, что этот эффект является локальным, то есть остальные галактики как бы «разбегаются» из некоторой области пространства вокруг нашей Галактики. Но впоследствии выяснилось, что эффект присущ всей видимой Вселенной. И это не поведение отдельных галактик, которые «убегают» друг от друга, а процесс (получивший название «закон Хаббла») расширения всего пространства нашей Вселенной, в которой увеличиваются все расстояния, а не только расстояния от нашей Галактики. По спектру галактики определяется смещение линий спектра и, соответственно, лучевая скорость её удаления от нас, а по скорости удаления определяется расстояние до этой галактики. Закон Хаббла выполняется для большей части объёма известной нам Вселенной.

Только в самом конце 20 века, когда наблюдались яркие сверхновые звёзды в очень далёких галактиках, были обнаружены некоторые, незначительные по величине, отклонения от этого закона. На границах видимой Вселенной было обнаружено, что скорость убегания галактик увеличивается несколько быстрее. Это значит, что наша Вселенная не просто расширяется, а она расширяется с некоторым ускорением. Это ускорение галактик, ускорение расширения пространства Вселенной было впоследствии объяснено как отрицательная гравитация, или анти-тяготение. Сейчас это называется тёмной энергией вакуума, которая разгоняет нашу Вселенную.

Можно упомянуть также о том, что в последние годы для определения расстояний активно использовались гамма всплески. Предполагается, что наблюдаемые в рентгеновском и гамма диапазоне специфические всплески на далёких расстояниях — один из эффектов процесса превращения массивных звёзд в чёрные дыры. Это аналогично взрыву сверхновой звезды в оптическом диапазоне, только, соответственно, в рентгеновском и в гамма диапазоне. Достаточно длительное время такие гамма всплески также использовались в качестве объектов стандартной яркости, и по ним определялись расстояния. А в последнее время оказалось, что яркость гамма всплесков может существенно меняться. Были обнаружены аномально слабые гамма всплески, и тем самым опять возникла проблема стандартизации используемых свечей, то есть точного определения яркости астрономических явлений, используемых для определения расстояний.

Нужно заметить, что на предельно больших расстояниях (больше 500 Мпс) закон Хаббла напрямую уже нельзя использовать, поскольку наблюдаемое красное смещение в спектрах галактик, интерпретируемое как доплеровский эффект за счёт их удаления, уже может испытывать различные изменения в зависимости от той или иной космологической модели, применяемой для Вселенной в целом.

В заключении нужно подчеркнуть, что для определения расстояний, от наших ближайших окрестностей и до границ наблюдаемой Вселенной, мы вынуждены использовать многоступенчатую шкалу расстояний; каждая из этих «ступенек» построена на различных физических принципах, имеет свои зоны применимости, имеет свои опорные базовые объекты, имеет свои характерные точности.

Вопрос о том, кто нашу Вселенную максимально широко «раздвинул».

В древности считалось, что звёзды прикреплены к неподвижной сфере и вся Вселенная заключена в этой сфере неподвижных звёзд. Однако и среди древних философов были взгляды о том, что Вселенная может быть не ограничена этой

сферой. В эпоху Возрождения, после формулирования Коперником гелиоцентрической теории, важный философский вклад внёс Джордано Бруно (1548–1600), который развил взгляды о том, что Вселенная является бесконечной, что другие звёзды — это не просто светящиеся точки, а это такие же звёзды, как наше Солнце, и вокруг этих солнц вращаются другие планеты, обитаемые другими жителями. То есть идея не только бесконечности Вселенной, но и множественности миров. Следующим шагом явились грандиозные открытия в наблюдательной астрономии, которые сделала Галилео Галилей, направив в небо первый телескоп (1609) и воочию увидев многообразие небесных миров, сопоставимое с многообразием земной поверхности, — это горы на Луне, это фазы Венеры, это спутники Юпитера, это россыпь звёзд Млечного Пути (то есть светящаяся полоса Млечного Пути оказалась множеством слабых звёзд).

Важным шагом для Человечества в целом, конечно, явился выход в космическое пространство, полёт Юрия Алексеевича Гагарина 1961 г. и высадка на Луну американских астронавтов в 1969 г. Это знаменовало собой действительно шаг Человечества со своей планеты в космос. К настоящему времени наши космические аппараты побывали около всех планет Солнечной системы, и некоторые из них (например, «Пионер» и «Вояджер») движутся за пределы орбиты Плутона.

Наконец, в последнее время, благодаря развитию теории о строении многомерной Вселенной в целом, развиваются идеи о том, что наша видимая Вселенная является не единственной, и что наблюдаемое нами сейчас пространство, — это просто одна из реализаций пространства-времени, часть его с конкретным набором пространственных и временных координат. В большой Вселенной (Метавселенная), таких реализаций может быть много, и, более того, они даже могут быть между собой связаны тем или иным образом. Например, один из взглядов состоит в том, что наблюдаемые нами чёрные дыры — это не просто сингулярности в пространстве-времени, как они нам представляются отсюда «снаружи», а они могут организовывать так называемые «кротовые норы» или, соответственно, квантовые переходы, в том числе и в другие вселенные.

Вопрос № 9. *В Санкт-Петербурге ровно в 12 часов дня со стен Петропавловской крепости раздается выстрел из пушки. Теперь это всего лишь дань традиции, сохраняющейся с давнего времени (аналогичные выстрелы традиционно выполняются и в некоторых других городах России). А зачем в свое время понадобилось это вводить? Где ещё существуют подобные мероприятия? Как осуществлялось установление времени в городских и сельских поселениях в древности? На каких физических принципах основывалось действие часов в древности?*

Комментарий. Комментарий к вопросу об организации времени начнём с того, что всё определяется плотностью населения. Если люди живут разрозненно, в деревнях или на пастбищах, то они, как правило, не нуждаются в точном времени, — они живут по природе. С солнцем встают, с солнцем ложатся спать. Точно также это было и в скотоводческих племенах, которые кочуют вместе со своей скотиной. В деревнях «будильниками» всегда являлись петухи, потому что они начинали свои крики ещё до рассвета. И вообще в деревенской жизни время достаточно неопределённое, а точного и не требуется. Ситуация

изменилась, когда население выросло, и появились стационарные компактные многолюдные поселения, — первые города. Это случилось уже достаточно давно, ≈6000 лет назад. Совместное проживание больших масс людей (несколько тысяч и больше) уже потребовало более совершенной организации их времени. Но интересно заметить, что и сейчас в городах жарких стран цикл жизнедеятельности людей всё равно подчиняется циклам природы. В тропических зонах восход Солнца происходит очень быстро, там Солнце восходит перпендикулярно горизонту, продолжительность дня и ночи в зависимости от сезонов не меняется. Поэтому вся жизнь устроена по таким отметкам: это восход Солнца (соответственно, начало дня), в середине дня наступает сиеста (это период жаркого времени, когда никто не работает, все отдыхают), и вечерние часы активности до заката (а иногда ещё и продолжаются далеко в тёмное время суток). И такой уклад жизни в жарких странах существовал буквально до последнего века, — эпохи электронных будильников и кондиционеров.

Итак, в городах требуется синхронизация деятельности людей. Любой древний город, — это ещё и огороженное, защищённое от внешних врагов пространство. Есть городская стена и, соответственно, на этой стене есть стража. Вот по этим «стражам» (периодам дежурства) и отмеряли время ещё с самых древних царств, фактически с первых укреплённых городов. С первой утренней стражей городские ворота открывались, начиналась гражданская жизнь, с последней вечерней — всё закрывалось и движение прекращалось. Интересно отметить, что и в современной жизни этот обычай сохранился в виде такого исторического ритуала, как торжественная смена караула, которая происходит в определенное время, например, каждый час и сопровождается определёнными церемониями, будь то в Москве или где-нибудь ещё около официальных и исторических мест в разных странах. Для того, чтобы обозначить смену одного отрезка времени другим (и убедиться, что предыдущая стража не спит), использовались громкие звуковые сигналы. Это мог быть крик, либо металлический гонг, диски разного рода. Например, очень красивые и звучные ритуальные гонги есть в религии синтоизма (Япония). В концентрационных лагерях системы ГУЛАГа для этой цели часто использовался кусок рельса.

Следующее сфера деятельности, где требуется синхронизация — это деятельность военных организаций, разного рода дружин, войск и армий, особенно во время военных действий. Военные используют тоже приспособления для громкого звука: трубы, горны и т. д. Интересно, что звук армейского горна использовался даже в начале космической эры, когда при организации старта первых ракет в космос горном подавали соответствующие сигналы. Такая вот связь древней истории с современностью. Военные также очень любят употреблять барабаны; известны, например, очень изощрённые упражнения по шагистике, которые практиковались в армии при Павле 1. Барабан совершенно необходим на галерах, — без слаженных движений гребцы просто все весла переломают.

В массовых религиозных действиях также требуется высокая степень синхронизации для того, чтобы большое количество людей (желательно всё местное население) следовало религиозным установкам. В христианстве для этого установилось употребление такого прибора, как колокол. Причём католические колокола раскачиваются целиком (язык у них свободно подвешенный), в пра-

вославных колоколах наоборот — колокол свободно висит, а раскачивают язык колокола. В мусульманстве звуковым организатором является муэдзин, — специально выделенный человек, который поднимается на высокий минарет, чтобы его далеко было слышно, и оттуда громким голосом призывает правоверных к той или иной молитве. Поскольку молитв в течении суток 5, и они достаточно чётко привязаны к определённым моментам времени, то деятельность муэдзина очень похожа на деятельность современных сигналов точного времени. Опять таки интересно заметить, что в прошлом, 2004 году в городе Каире пришлось прибегнуть к услугам электронных муэдзинов. Современный Каир — многомиллионный город, там очень много мечетей, близко расположенных, а разные муэдзины, в силу разных человеческих причин, не всегда точно синхронизовывали свои призывы. В результате в Каире имела место определённая какофония каждый раз при наступлении времени очередной молитвы. Чтобы этот процесс упорядочить, была введена единая по всему городу трансляция этих призывов — своего рода «электронный муэдзин». Наибольшей концентрации участников достигают церемонии индуизма: для омовения в водах реки Ганг в городе Варанаси собирается несколько миллионов человек одновременно, так что эти концентрации наблюдаются даже спутниками из космоса (как это организовано — уму непостижимо).

Вопрос о делении суток на часы. Естественно, что в крупных людских объединениях требуется более детальное разделение времени дня и более чёткое определение этих долей. Здесь мы пользуемся наследием Египта. В Древнем Египте использовалась десятеричная система, которая была базовой. И день, и ночь делились на 10 равных частей; 1/10 часть дня определялась примерным делением полукруга движения солнечной тени на 10 секторов: 5 до полудня, и 5 после. К 10 «светлым» часам добавлялся ещё 1 час на восход и 1 час на закат. И того получалось 12 часов в дневной половине суток. А, соответственно, к 10 регулярным часам ночи добавлялся 1 час вечерних сумерек и 1 час утренней зари; всего тоже 12. В сумме получалось 24 часа в сутках, которыми мы и пользуемся до сих пор. Египет — страна южная[1], поэтому там нет существенной разницы между продолжительностью дня и ночи, а также зависимости их продолжительности от сезона. Но севернее, в Греции, и тем более в средних широтах Земли, такая система создавала серьезные неудобства, поскольку в зависимости от сезона длительность дня и ночи сильно меняется (см. вопрос № 3), и естественно, что часы дня и ночи становились весьма неодинаковыми по продолжительности. Когда много позднее были изобретены механические часы и стали широко применяться, на основе механических часов была создана более-менее равномерная (в течение суток) шкала времени. Но взамен возникло обратное неудобство — восход и закат Солнца в средних широтах стали происходить в разные моменты равномерного времени в зависимости от сезона.

Измерение времени предполагает, прежде всего, измерение отрезков времени, как наиболее коротких, так и более продолжительных. Короткие отрезки времени издревле измерялись с помощью песочных часов, в которых происходит плавное пересыпание песка из верхней ёмкости в нижнюю через маленькое

[1]Разумеется, здесь важна близость к экватору, а не к Южному полюсу.

отверстие. Подбором размеров отверстия осуществляется регулировка скорости этого процесса, а отмерив нужное количество песка, можно изготовить песочные часы, рассчитанные на тот или иной отрезок времени. Также использовались водяные часы, основанные на процессе перетекания воды (или равномерного капания). Клипсидра (водяные часы) были изобретены в Египте, и там же они достигли своего наиболее высокого технического воплощения. В своей лучшей реализации клипсидры были рассчитаны на равномерное измерение времени на протяжении всей ночи. С учётом постепенного понижения уровня воды, и изменения скорости её вытекания (зависящей от уровня), клипсидры специально имели не цилиндрическую, а слегка коническую форму, и были разделены отметками уровня на 10 регулярных часов ночи. С использованием клипсидры египетские жрецы-астрономы могли достаточно точно определять время ночью и, соответственно, наблюдать прохождение тех или иных звёзд, тех или иных созвездий через меридиан, их восход и заход. Благодаря высокому развитию наблюдательной астрономии в Египте, например, построенные там пирамиды очень точно ориентированы по сторонам света. Имеются также и изображения прохождения различных звёзд через меридиан в месте наблюдения (через середину неба) в зависимости от сезона и часов ночи.

Также в древности использовались огненные часы, — это приблизительно равномерный процесс горения какой либо линейной структуры (горящая верёвка или свеча, хотя раньше таких качественных и равномерно горящих свечей не было). Понятно, что огненные часы можно использовать для не слишком точного измерения коротких интервалов времени; на всю ночь их, естественно, не хватит. Интересно отметить, что пример достаточно точного измерения отрезка времени и синхронизации действий с помощью бикфордова шнура использован в одном из эпизодов кинофильма «Белое солнце пустыни».

Помимо измерения отрезков времени необходимо установить и общую шкалу времени, которая бы повторялась изо дня в день. Естественно, что шкала издревле устанавливалась по положению Солнца на небе. За счёт того, что Солнце перемещается по небу, возможно сделать солнечные часы, или гномон. Гномон в простейшем случае — это вертикально поставленный шест или палка. Когда Солнце поднималось максимально высоко, длина тени становилась минимальной, — это определяло момент полдня, — и, соответственно, определяло и направление с севера на юг. Движение Солнца по небу вызывало поворот тени гномона на различные углы, и поворот этой тени можно было отградуировать по часам дня. В Древнем Египте для определения времени по Солнцу в качестве гномона использовались гранитные обелиски, которые обычно устанавливались на площади перед храмами. Известны такие обелиски высотой до 24 метров, что соответствует примерно 8 этажам современного дома. Дело в том, что чем выше обелиск, используемый в качестве гномона, тем больше скорость перемещения конца его тени по поверхности Земли, соответственно, и выше точность определения времени по Солнцу. Интересно отметить, что один такой обелиск из Гелиополя до сегодняшнего дня стоит на площади Святого Петра в Риме. Его привёз из Египта и поставил там ещё император Нерон (установил в цирке имени себя). Этот обелиск и сейчас работает в качестве солнечных часов перед собором Петра в Риме.

Механические часы стали изготовляться людьми примерно с 14 века, и первоначально они базировались на принципе крутильного маятника; т. е. было коромысло с грузами, которое могло инерционно поворачиваться из стороны в сторону в горизонтальной плоскости. Примером таких средневековых часов является например, механизм часов собора города Солсбери (Англия), построенный в 1386 году, эксплуатировавшийся до 1790 г., и «тикающий» до сих пор (за 600 лет — около $5 \cdot 10^8$ колебаний). На основе таких механических устройств, которые, конечно, были весьма неточными, с ошибками в десятки минут за сутки, уже со времён эпохи Возрождения начали создаваться башенные часы. Эти механизмы устанавливались на высоких городских башнях, позднее там же устанавливались и круги со стрелками — прямой аналог солнечных часов, но в вертикальной плоскости. Кстати, первоначально башенные часы имели только 1 часовую стрелку, — аналог солнечной тени, а минутная стрелка появилась лишь в 17 веке. Естественно, что башенные часы — дорогое удовольствие, и применялись в городах. Позднее башенные часы стали снабжаться специальными колоколами, которые издавали звук в ровные часы, соответственно, получались куранты.

Наиболее полное решение в создании механических часов удалось осуществить только после того, когда были исследованы свойства математического маятника. Первым исследователем математического маятника был Галилео Галилей, а потом достаточно точную теорию составил Гюйгенс. Вот на основе математического маятника, то есть колебательного процесса в вертикальной плоскости под действием силы тяжести, стало возможным создание достаточно точных часовых механизмов, на основе которых уже и стали изготовляться общеупотребительные механические часы. Не один экземпляр на город, а в таком количестве, что они стали появляться уже в домах зажиточных горожан.

Использованию пушек для звуковых сигналов в России мы обязаны Петру Великому, который сильно развил отечественную артиллерию, и создал российский флот. Естественно, что пушки нашли своё применение прежде всего для очень громких морских сигналов. (А. С. Пушкин, «Сказка о Царе Салтане»: «Пушки с пристани палят, кораблю пристать велят»). Также со времён Петра выстрел из пушки (а не колокол) использовался в качестве сигнала об опасности, поскольку в Санкт-Петербурге периодически случались наводнения, о чём подавался предупреждающий сигнал. Кроме этого, и Санкт-Петербург с момента основания, и многие другие города существовали в режиме военного лагеря, крепости. По границам государства Петром также создавались крепости, создавались и морские порты. Естественно, в крупной военной крепости необходима синхронизация времени совместных действий всех находящихся там людей. Можно даже сказать, что синхронизация времени с помощью пушек символизировала переход от Царства к режиму Российской империи, как синхронизация календаря Юлием Цезарем символизировала переход от Республики к Римской империи.

Особое значение имел так называемый полуденный выстрел, который осуществлялся ровно в 12 часов местного времени. Не совсем были правы те, кто писал в своих ответах на Турнире, что выстрел в 12 часов дня служит только для оповещения бедных. Им должны были пользоваться не те, у кого часов нет

(конечно, простые горожане по этому выстрелу тоже определяли время, примерно деля день «до выстрела» и «после»). Главное назначение этого выстрела было гораздо более конкретное и точное, оно состояло в том, чтобы все, у кого часы есть, смогли бы по этому выстрелу свои часы поверить, то есть определить неточность хода своих часов. Это сигнал точного времени 18 века.

Такой полуденный выстрел указом Петра 1 был введён для всех морских портов, и до сегодняшнего дня выстрелы из пушек осуществляются в Мурманске, Владивостоке, Севастополе, Кронштадте. Полуденный выстрел имеет особое значение для морских судов, для флота, поскольку на борту каждого корабля необходимо осуществлять независимое хранение времени. Это необходимо для решения проблемы долготы и определения положения корабля в открытом море. Как известно, разница долгот порта отправления, откуда корабль вышел, и его действительного положения в открытом море — это и есть как раз разница моментов времени полудня в порту отправления и местного полудня на той долготе, где он находится. Понятно, что без создания и без наличия точного хронометра на борту корабля нормальное функционирование океанского флота невозможно, невозможны и уверенные перемещения кораблей в открытом море. Например, «Золотой флот» Испании, который в 16 веке вёз богатства из Америки (огромное количество золота, серебра, за которым охотились пираты), не обладал возможностью точного определения своей долготы (в то время не было технологии точных морских хронометров). Поэтому испанские галеоны были вынуждены пользоваться местными береговыми ориентирами, и приближаться на опасное расстояние к берегам и подводным рифам. Из-за этого столь большое количество кораблей Испании нашло свою гибель на рифах Нового Света.

Интересно также отметить, что Санкт-Петербург являлся столицей Империи, и в нём, как столичном имперском городе, осуществлялась подача звуковых сигналов выстрелами из пушек и во многих торжественных случаях. Пушки стреляли при приёме высоких гостей, при рождении наследников, и т. д. и т. п. Была масса предлогов, когда осуществлялся пушечный салют. Наибольшего размаха пальба достигла при более поздних начальниках, особенно при Николае 1 (что очень похоже на современную новогоднюю ночь). У столичных чиновников, говорят, даже выработалась привычка — при очередном выстреле пушки они бросались сверять свои часы, ну а потом только понимали, что это не полуденный сигнал, а салют по какому-то другому поводу.

Порядок осуществления полуденного выстрела Пётр 1 придумал после того, как увидел аналогичную процедуру, осуществляющуюся в Гринвиче, во время своего путешествия в Англию в 1719 г. Дело в том, что Гринвичская обсерватория около Лондона была создана (в 1675 году) специально для того, чтобы обеспечивать британский флот в первую очередь системой точного времени и координат. В Гринвиче был выработан и специальный сигнал точного времени, устроенный следующим образом. На крыше обсерватории был установлен высокий деревянный шест, как мачта корабля (который существует до сих пор), и на этой мачте был подъёмный шар диаметром 3 м красного цвета (чтобы его было лучше и издалека видно). С помощью каната за 3 минуты до момента времени шар подтягивался вверх, а точно в момент 13 часов местного (гринвичского) времени верёвка отпускалась, и шар падал вниз.

Почему не использовался, например, звуковой сигнал — выстрел из пушки? Во-первых, потому что рядом, буквально под горой, находится загородный королевский дворец Гринвич, а стрелять вблизи дворца не принято. Во-вторых, потому что выстрел — это сигнал звуковой, и он распространяется со скоростью звука, всего-навсего 330 м/с. Широко известен, например, эффект запаздывания между временем вспышки молнии и приходом грома (3 секунды на 1 км). Поэтому использовать не звуковой, а именно визуальный сигнал, — падение шара, гораздо более точно (ошибка меньше секунды). Гринвичская обсерватория находится на одном из холмов на правом берегу Темзы, и момент падения шара могли наблюдать капитаны и штурманы всех судов, которые в этот момент стояли в доках Темзы. Ниже Лондона, до впадения Темзы в океан, находится так называемый Докленд, то есть район (акватория), куда суда со всего мира приходили, привозили свои товары, где они ремонтировались и осуществляли другие технические дела. Это был их порт приписки и порт отправления. Соответственно, каждый день, за несколько минут до 1 часа дня гринвичского времени все капитаны судов дисциплинированно брали зрительную трубу и наблюдали момент падения шара, определяя поправку хронометра на своём корабле. А дальше, с выверенными часами они могли уже уверенно могли отправляться в дальние морские плавания, вплоть до кругосветных (Пётр же правильно рассудил, что для своих без выстрела не обойтись — всё проспят).

Современные системы единого времени построены следующим образом. За основу по-прежнему взята 1 секунда. Она исторически, ещё со времён Древнего Вавилона, составляла длительность суток, разделённую на 24 часа, каждый час по 60-ричной вавилонской системе разделён на 60 первых малых долей (минуты), каждая минута разделена ещё раз на 60 вторых малых частей (секунд). Но современная секунда определяется уже не вращением Земли, а методами атомной физики, и составляет 9192631770 колебаний излучения при переходе между линиями сверхтонкой структуры в атоме цезия ^{133}Cs. Это — базовая единица не только шкалы времени, но и всех физических измерений современного мира. Сама шкала времени, хотя и сохранила признаки часов, минут и секунд, которыми мы пользуемся в гражданском времени (это наше наследие возраста $\approx$4000 лет), однако для хранения шкалы точного времени используются современные атомные стандарты частоты, относительное погрешность которых составляет 10^{-16}. Поскольку Земля вращается неравномерно, то в гражданское время приходится иногда вносить специальные поправки, так называемые дополнительные секунды. Они позволяют привести в соответствие атомную шкалу времени и реальное вращение планеты Земля. Также существуют системы распространения сигналов точного времени. Наиболее известная населению — это система «6 точек», которая передаётся каждый час по радио, мы их слышим в виде 6 коротких звуковых сигналов. Начало 6-го сигнала соответствует ровному часу всемирного, поясного и местного гражданского времени. Но в современном мире сигналы точного времени распространяются при любой радиотрансляции, поскольку любой передатчик, выходящий в эфир, непременно по сигналам точного времени синхронизован, и он несёт в своём сигнале те или иные строгие временные привязки. Сейчас наиболее развитыми системами являются спутниковые навигационные системы, — система GPS в США и ГЛОНАСС в России, содержащие

несколько десятков спутников, находящихся на околоземных орбитах таким образом, чтобы в каждый момент времени в каждой точке на поверхности Земли над горизонтом было видно не меньше 3 спутников этой системы. Получая сигналы от трёх разных спутников с разных направлений и расшифровывая их, имеется возможность определить момент времени (с точностью до 10^{-6} секунды), а также своё местоположение на Земле (с точностью до сантиметров).

Вопрос № 10. *После Афин–2004 очередную Олимпиаду решили провести на Луне (бег, прыжки, метание, плавание, и т. д.). Какие лунные рекорды превзойдут аналогичные земные достижения и на сколько? В каких видах спорта прогресса не ждать? А как Вы отнесётесь к идее провести на Луне чемпионат мира по футболу?*

Комментарий. Конечно, большое спасибо всем участникам, которые напомнили, что следующая Олимпиада будет всё-таки в Пекине в 2008 году, а Олимпиада 2012 года, как мы надеемся, пройдёт в Москве. Понятно, что Олимпиада на Луне — это тема с известной долей шутки. Но во всякой шутке есть доля шутки, остальное — истина. Во всяком случае, в 2004 году Человечество отметило 35-ю годовщину знаменательного события, когда нога человека ступила на поверхность Луны. В 1969 году команда американских астронавтов в рамках программы «Аполлон» прилунилась, и Человечество достигло соседнего небесного тела. Вне всякого сомнения, несмотря на то, что программа «Аполлон» была заторможена по финансовым соображениям (она поглощала колоссальное количество денег), совершенно очевидно, что прогресс неудержим, и рано или поздно (причём скорее рано, нежели поздно) мы будем с вами свидетелями того, каких высот достигнет присутствие человечества на Луне. В том числе, скорее всего, люди займутся там и спортом тоже.

Итак, какие принципиальные отличия возникают в том случае, если мы с Земли перемещаемся на Луну? Во-первых, как многие правильно отмечали, на Луне **отсутствует атмосфера**; а, соответственно, для того, чтобы на Луне что-то делать, необходим скафандр, обеспечивающий давление в 1 атмосферу, обеспечивающий газообмен для нашего дыхания, терморегуляцию и защиту от солнечного излучения. Короче говоря, нужен автономный космический скафандр со всеми системами жизнеобеспечения. Но в таком скафандре, что называется, не побегаешь. Второй вариант — это создать ограниченное пространство на Луне, — своего рода купол с воздухом. Но здесь тоже есть большая проблема, поскольку, в куполе, очевидно, нужно создать нормальное атмосферное давление, а 1 атм. создаёт давление в 1 тонну на каждый квадратный метр поверхности. Соответственно, если бы мы захотели проводить Олимпиаду в привычных нам масштабах и закрыть куполом на Луне, скажем, стадион, то при размерах 100×100 м^2 этот купол будет подниматься вверх давлением накачанной под него атмосферы с усилием 10000 тонн. Трудно представить себе конструкцию, которая в этих условиях не оторвалась бы от поверхности Луны и не улетела бы в космос. Неслучайно, что реальные объёмы на орбитальных станциях, где люди существуют в условиях открытого космоса, имеют характерный размер всего около 10 м, а дальше идут перегородки и т. д. Поэтому и на Луне, если дело дойдёт до строительства лунных баз, это будут, скорее всего, либо си-

стемы «нор» и подземных помещений (выработок), либо это будут не слишком большие по объёму сооружения на поверхности.

Второй принципиальный момент, который также очень многие отмечали правильно, — что на Луне сила тяготения, и, соответственно, **ускорение свободного падения** ($1,622$ м/с^2) примерно в 6 раз меньше, чем на Земле. Многие, правда, ошибались и говорили, что на Луне гравитации вовсе нет. Но если бы это было так, то вопрос о проведении каких-то игр вообще отпал бы, поскольку в открытом космосе большинство спортивных упражнений невозможны. Итак, гравитация на Луне в 6 раз слабее, но есть. Соответственно, как нам известно из кинематических уравнений движения брошенного тела в поле силы тяжести, любое тело, которое мы бросим, в условиях в 6 раз меньшего g полетит в 6 раз выше (H) и в 6 раз дальше (S), чем если бы это было на Земле.

$$S = \frac{v_0^2 \sin(2\alpha)}{g} \qquad H = \frac{v_0^2 \sin^2 \alpha}{g}$$

где v_0 — начальная скорость, α — угол бросания (междц направлением броска и горизонтальной поверхностью).

Нужно также отметить, что уменьшение на Луне веса предметов отнюдь не означает уменьшения их массы (в чём также многие ошибались). Имеет место тождественное соответствие между инерционной и гравитационной массами тел. Тело, перенесённое с Земли на Луну, будет иметь точно такую же массу, но вес его уменьшится в 6 раз. Если мы применяем это тело в качестве спортивного снаряда для **метания** и прикладываем к нему такую же мускульную силу, то под действием этой силы тело приобретёт такое же ускорение, и в итоге броска такую же скорость, как и на Земле. Будучи брошенным с такой же скоростью, очевидно, тело улетит в 6 раз дальше. Напомним, что на Луне нет сопротивления воздуха, но все скорости метания достаточно малы, и сопротивлением воздуха на Земле можно пренебречь.

Из кинематики также известно, что наибольшая дальность бросания достигается в том случае, когда направление броска имеет угол $45°$ к горизонту. Соответственно, как мы на Земле бросаем под $45°$ на наибольшее расстояние, также мы это будем делать и на Луне. Правда, надо заметить, что точный учёт такого фактора, как разность высоты точки бросания и точки падения предмета, приводит к поправкам, а не просто к увеличению в 6 раз земных рекордов по метанию. Дело в том, что любой метательный предмет (ядро, диск, копьё, молот) стартует в свой полёт либо от плеч спортсмена, либо с высоты его вытянутой руки (копьё), — точка броска находится примерно на высоте 2 м. А вот падает снаряд на землю, — на уровень 0 м. Значит, точка броска и точка падения различаются по вертикали на 2 м. Это означает, что если на Земле мы бросаем ядро на 20 м, то на Луне, с учётом разности высот, оно улетело бы не на $20 \cdot 6 = 120$ м, а всего на 110 м (что тоже неплохо).

Рассмотрим **прыжки** в длину аналогично метанию, поскольку здесь идёт не бросание предмета, а «бросание» самого спортсмена (его центра тяжести). Надо учесть, что при прыжках в длину начальная высота центра тяжести спортсмена составляет примерно 1 м (у людей центр тяжести расположен примерно в се-

редине живота). Соответственно, если длина прыжка на Земле была 5 м, при тех же физических параметрах и массе спортсмен на Луне прыгнет в длину не на $5 \cdot 6 = 30$ м, а на 25 м. Особенно это заметно при прыжках в высоту. Дело в том, что тут опять-таки нужно увеличивать не высоту от поверхности до планки, а высоту, на которую поднимается центр тяжести спортсмена. Если на Земле мы прыгаем на 2 м в высоту, то на Луне мы, казалось бы, можем прыгнуть на $2 \cdot 6 = 12$ м (это примерно высота 4-этажного дома). Это не получится, поскольку на Земле центр тяжести перемещается вверх всего лишь на 1 м, и, соответственно, рекорд по прыжкам в высоту на Луне составит $1 \cdot 6 + 1 = 7$ м. Что тоже неплохо — это высота большого фонарного столба.

Следующий спортивный раздел — бег — мы начнём с **ходьбы**. Опыт американских астронавтов, которые шагали по поверхности Луны, показывает, что ходить им удавалось очень медленно и с большим трудом. Понятно, что они были в тяжёлых и неудобных скафандрах (но, в конце концов, они в них тренировались на Земле). Главный фактор здесь, конечно, — это уменьшение g. Доводилось слышать объяснение, что ходьба, — это такой процесс, когда ноги человека находятся в свободном колебательном режиме, как математический маятник или как маятник у часов. Соответственно, человек перебирает ногами и поэтому идёт. Это объяснение, конечно же, неверно. Ноги — это сложный костно-мышечный механизм с переменными параметрами, и свободным маятником ноги человека считать никак невозможно. На самом деле ходьба представляет собой серию падений нашего тела вперёд на выпрямленной опоре ноги. В этом отношении наша ходьба аналогична падению подрубленного дерева, которое падает, опираясь на свой комель, из вертикального положения падает в горизонтальное. Мы при ходьбе не падаем до асфальта (хотя такое тоже бывает), потому что успеваем, как правило, подставить другую ногу впереди себя. Подставляем мы её в согнутом положении, а после этого подставленную ногу мы начинаем выпрямлять, поднимая тем самым наш центр тяжести вверх; и дальше происходит следующий этап падения на следующей ноге-опоре. Таким образом, весь процесс ходьбы составляет попеременные процессы сначала падения вперёд на прямой опорной ноге и подставление сменной ноги, затем подъём центра тяжести вверх на прежний уровень высоты путём разгибания второй опорной ноги.

Полезно посмотреть на скорость ходьбы: она определяется ускорением свободного падения. В конечном счёте скорость ходьбы — это произведение длины одного шага на частоту шагания; а частота шаганий — это есть ни что иное, как частота подъёмов нашего центра тяжести вверх. В процессе ходьбы центр тяжести нашего тела описывает в пространстве своего рода синусоидальные колебания вверх-вниз: это падение с опорной ноги и затем подъём на другой опоре, и одновременно движение вперёд. Если мы увеличиваем частоту наших шаганий, то мы тем самым на каждом шаге увеличиваем скорость разгибания опорной ноги, следовательно, скорость подъёма центра тяжести тела. Это означает, что увеличивая скорость ходьбы всё больше и больше, мы достигнем такой скорости подъёма нашего тела, что произойдёт отрыв ноги-опоры от поверхности земли. А тем самым мы с ходьбы перейдём на **бег**. Ходьба отличается от бега именно тем, что при ходьбе всегда существует контакт одной из опорных ног с поверхностью. При беге существуют периоды подскоков, когда

задняя опорная нога уже оторвалась от поверхности, а переднюю ногу мы ещё не поставили. Очень забавно, например, посмотреть на спортивную ходьбу на Земле. Спортсмены стараются, естественно, уменьшить время на дистанции, то есть увеличить свою скорость. Но они обязаны (по правилам) сохранять контакт ноги с землёй. Естественно, они увеличивают частоту шаганий (спортивная ходьба, — это ходьба с очень высокой частотой). Но для того, чтобы центр тяжести тела не поднялся слишком быстро и высоко (чтобы опорная нога не оторвалась от земли), они вынуждены минимизировать высоту качаний центра тяжести своего тела за счёт специальной походки, которая и отличает спортивную ходьбу от обычной. Спортивная ходьба очень быстрая, и происходит как бы быстрое переваливание корпуса с одной опорной ноги на другую.

Теперь посмотрим, что будет происходить на Луне. Когда ускорение свободного падения сильно уменьшилось (в 6 раз), то скорость, при которой на Земле у нас случается переход с ходьбы на бег, тоже уменьшится в 6 раз. Это означает, что на существенно меньших скоростях ходьбы у нас опорные ноги начнут отрываться от поверхности, и мы уже будем подскакивать, т. е. «побежим» против воли. Наша ходьба сразу же превратится по сути дела в серию прыжков в длину. Вообще, бег на Луне скорее всего будет очень похож на технику тройного прыжка, выполняемого на Земле. Дальше возникает ещё одна проблема. Для того, чтобы на Луне всё-таки начать бежать, нам нужно разогнаться, ведь на точке старта мы находимся с нулевой скоростью. Для того, чтобы хорошо разогнаться на Земле, спринтеры, бегущие на короткую дистанцию (для них очень важно именно быстрое ускорение, быстрый разгон), специально принимают т. н. «низкий старт»: упираются ногами в колодки, и, быстро распрямляя ноги, отталкиваясь от опор, бросают своё тело не столько вверх, сколько почти полностью вперёд. Это позволяет спортсменам быстро увеличить скорость своего тела. На Луне, поскольку вес тела спортсмена будет в 6 раз меньше, то при разгоне (начальной фазе бега) не удастся обеспечить такого соприкосновения с опорой, достаточной силы отталкивания от опоры. И поэтому разгон на Луне будет существенно медленнее. При сильном отталкивании от поверхности спортсмен просто подлетит вверх и будет парить над поверхностью, не сможет разгоняться. Так что результаты спринтерского бега на короткие дистанции на Луне будут существенно хуже, чем земные рекорды. Другое дело — бег на длинные дистанции. Если мы рассмотрим, например, марафонскую дистанцию (42 км), то там главная проблема не в том, чтобы быстро разогнаться, а чтобы в течении нескольких часов долго и выносливо бежать, не сбавляя темпа. Это бег на выносливость. А здесь уменьшение силы тяжести на Луне может способствовать определённому выигрышу просто в экономии сил спортсмена. И тогда, осуществляя бег на Луне на длинную дистанцию, вполне возможно, что спортсмены будут меньше уставать, и, соответственно, смогут преодолеть такую же дистанцию за лучшее время, чем на Земле (естественно, проигрывая земным спортсменам начальные фазы бега).

На Земле существуют животные, которые очень хорошо реализовали бег в виде прыжков с двух ног одновременно. Это кенгуру. Они не меняют опорную ногу, а работают двумя опорными лапами одновременно, и, соответственно, прыгают вперёд. Весь их бег представляет собой серию прыжков. На Луне как

раз такая техника обеспечивает наилучший результат по достижению скорости. Недаром у американских астронавтов, которые попрактиковались в перемещении на лунной поверхности, была очень медленная ходьба (именно ходьба), но как только они попытались бежать, у них чётко получилось, что наилучшая скорость достигалась именно в серии прыжков по технике кенгуру. Соответственно, и марафонские дистанции на Луне, по видимому, спортсмены также будут бегать, очень напоминая бег кенгуру на Земле.

Но нужно специально подчеркнуть, что уменьшение g, помимо кажущихся выигрышей, делает, самое главное, необходимыми длительные тренировки. Потому что невозможно, попав в другое поле тяжести (в данном случае меньшее, как на Луне), прямо сразу же начать ставить мировые рекорды. Потребуется очень длительный период привыкания, вырабатывание новых приёмов, которые может быть мы сейчас даже неспособны придумать. Вся наша опорная система, костный скелет, мышечная система, все наши нервные импульсы, которые управляют согласованным движением наших мышц во время движения, вся наша техника локомоции, которую мы, как представители соответствующего животного царства, имеем — они полностью отработаны путём длительной эволюции на этой планете, они приспособлены наилучшим образом именно к данному значению $g_0 = 9{,}80665$ м/с^2, которое есть на Земле. Переход на Луну потребует существенно перестраивать нашу технику движений. И в этом отношении, например, переход к бегу по технике кенгуру — это, может быть, ещё не самое худшее и не самое смешное.

На Луне, совершенно очевидно, очень хорошо разовьётся художественная **гимнастика**. Поскольку большинство упражнений, которые спортсмены выполняют на Земле, на Луне, в условиях в 6 раз меньшего веса и существенно большей высоты и длины прыжков, конечно, можно будет выполнять существенно легче и «заковыристее». И наверняка можно будет придумать массу других интересных упражнений, которые на Земле просто невозможны. Точно также продвинется вперёд и достигнет невиданных высот техника упражнений на коне, на брусьях, на кольцах, в акробатике. Вообще, надо сказать, что на Луне может быть и не столь интересно будет проводить спортивные состязания, но совершенно очевидно, что лунный **цирк** будет просто вне конкуренции по сравнению с земным, поскольку все те представления по жонглированию, по прыжкам на батуте, по другим цирковым номерам будут, конечно, намного более зрелищными, интересными. Это наверняка стоит посмотреть. Например, можно предположить, что вольтижировщики смогут выполнять на Луне сальто на лошади.

Что касается **борьбы** (всех единоборств), то на Луне, по видимому, борьба не слишком состоится просто потому, что при уменьшении веса спортсмена в 6 раз практически любой участник соревнований своего соперника сможет, что называется, просто поднять «одной левой». В этих условиях соревнования по единоборствам как бы немножечко теряют смысл.

Но не по **тяжёлой атлетике**. Если бы мы просто применили коэффициент 6 и увеличили вес поднимаемых снарядов в 6 раз, то, скажем, известно, что наибольшие силачи могут в статическом режиме удерживать груз в 500 кг. Тогда на Луне они с лёгкостью держали бы на плечах трёхтонный грузовик.

Но принципиально важно то, что такие вещи возможны в статическом режиме, когда груз неподвижен. А в соревнованиях по тяжёлой атлетике штангу нужно поднять с поверхности Земли (Луны) либо рывком, либо толчком на высоту своего роста. А вот для того, чтобы поднять (оторвать) штангу, ей нужно придать ускорение вверх. И вот здесь инерционная масса снаряда тяжёлой атлетики сыграет, конечно, злую шутку. Дело в том, что весить-то штанга будет в 6 раз меньше, а для того, чтобы её рывком поднять, нужно прикладывать мощные усилия вверх. И можно посчитать, что для того, чтобы штангу поднять рывком примерно с таким же ускорением, как и ускорение свободного падения, то получится, что на Луне спортсмены смогут поднять штангу всего в 1,7 раз большей массы, чем на Земле. То есть, если на Земле спортсмен поднимает 200 кг железа, то на Луне он таким же рывком сможет поднять немногим больше — всего-навсего 340 кг.

Теперь перейдём к **водным** видам спорта. Очень многие правильно замечали, что на Луне нет воды. Естественно, если на планете нет атмосферы, то нет и жидкой (водной) оболочки тоже. Если мы просто разольём воду на поверхности Луны, то в дневное время она очень быстро испарится под лучами Солнца (температура поверхности до 120 °C), а лунной ночью она замёрзнет (−150 °C) и останется в замёрзшем состоянии до наступления следующего лунного дня. Поэтому открытый бассейн на Луне не построишь и в таком бассейне на Луне не поплаваешь. На Луне есть «моря», но, однако, лунные «моря» — это всего лишь застывшая базальтовая лава. Поэтому будем надеяться, что нам удастся тем или иным способом создать на Луне бассейн, куда мы нальём воду (здесь уже чётко потребуется какое-то укрытие — купол или помещение с атмосферным давлением, — безусловно это будет искусственное сооружение). Если мы с помощью специальных инженерных решений бассейн построили и налили в него воду, то, можем, казалось бы, приступить к водным видам спорта.

Первое соображение состоит в том, что сила Архимеда будет действовать в такой же пропорции, и, соответственно, если спортсмен погружается в воду, то он погружается в неё на такой же уровень, как если бы он погрузился в неё на Земле. Условно говоря, на положение ватерлинии спортсмена изменение g не влияет. Но, опять таки, нужно сделать замечание, что это справедливо только для статического режима, а водный спорт статический режим не предполагает. Например, игроки в **водное поло** (на Земле), когда защищают свои ворота, с помощью очень мощного рывка мышц и резкого движения ног в воде выпрыгивают из воды иногда на высоту 30–50 см. Если они такое же действие совершат в бассейне на Луне, то они смогут выпрыгнуть из воды на высоту 2–3 метра. И в этом смысле лунные игроки в водное поло будут очень похожи на играющих китов на Земле. Более того, дрессированные дельфины демонстрируют такой трюк, как танец на хвосте. То есть они, энергично работая хвостом в воде, удерживают почти полностью своё тело вертикально над водой. В принципе, игроки в водное поло на Луне также могут, прилагая достаточно энергичные усилия ногами в воде, по сути дела просто бегать по поверхности воды. (Не по поверхности, конечно, а удерживать своё тело над водой, погружаясь в неё не более чем по колено, — за счёт энергичных движений ногами, постоянно отталкивая воду вниз). Это как бы плюс. Но при этом нужно помнить, что те

брызги, которые спортсмены поднимут, также полетят в 6 раз выше и в 6 раз дальше. Поэтому зрителям в водных видах спорта (напомним, что бассейн должен быть маленький — большого купола у нас не получалось) придётся сидеть на трибунах в плащах и с зонтиками.

Прыжки в воду всегда ограничиваются таким параметром, как скорость удара об воду, поэтому на Земле применяется самое большее 10-метровая вышка. На Луне, за счёт меньшего g, высоту вышки, с которой можно прыгать в воду, можно увеличить до 60 м. Соответственно, за время падения около 8 секунд спортсмен может совершить огромное количество разных пируэтов, оборотов, переворотов в воздухе. Короче говоря, прыжки в воду на Луне могут позволить себе быть столь же зрелищными, как и лунный цирк. Но сразу же одно замечание, одно «но». Дело в том, что спортсмен, прыгающий в воду, естественно, потом входит в воду вертикально вниз и погружается в неё. То есть он совершает «нырок» — довольно глубокий. На Земле этот нырок занимает у спортсмена 3 или 4 секунды. Но поскольку на Луне сила Архимеда станет существенно меньше (в 6 раз), то время, которое потребуется спортсмену для того, чтобы вынырнуть потом из толщи воды на поверхность, может существенно увеличиться, скажем, до 30 секунд. И поэтому спортсмен должен это иметь в виду, чтобы всё-таки успеть на поверхность воды выбраться и не захлебнуться.

Теперь посмотрим на **пловцов**. Предположим, что пловец вначале расположит своё тело горизонтально на поверхности воды. Вода будет иметь ту же плотность, ту же вязкость и то же сопротивление движению тела, и в принципе при затрате такой же мышечной энергии, как и на Земле, спортсмен мог бы развивать в воде такую же скорость. Здесь мы существенного выигрыша сразу не видим. Но есть масса интересных побочных факторов. Во-первых, спортсмены, которые плывут в бассейне, обычно поднимают волны. Для земных условий типичная высота такой волны в бассейне — примерно 30 см. При уменьшении ускорения свободного падения высота волны вырастет пропорционально. Это значит, что следом за каждым пловцом, который будет плыть в лунном бассейне, будет идти т. н. «спутная» волна, высота которой составит примерно 2 м. И спортсмену придётся потратить больше энергии для того, чтобы такое водное сооружение, идущее за ним следом, поддерживать и продвигаться от него вперёд, а не попасть под него. Интересно заметить, что уменьшение веса пловца в 6 раз позволяет пловцам, в принципе, перейти на принципиально иную технику движения на поверхности воды. Эта техника аналогична переходу (на Земле) от судов полного погружения к глиссерам. То есть спортсмен может, на начальном этапе резко выбросив своё тело из воды вперёд, перейти затем на режим глиссирования на груди. При этом резко уменьшится сопротивление воды, и увеличится скорость движения. Пловец, резко погружая в воду только свои конечности и глиссируя на своём теле по поверхности воды, будет очень похож на быстро бегающую водомерку по поверхности водоёма, или на тропических летучих рыб (они точно также с помощью плавников отрываются от поверхности воды).

Теперь посмотрим на **футболистов**. Первая проблема, с которой столкнуться организаторы матча, — это проблема ровной площадки. Поскольку поверхность Луны вся изрыта кратерами метеоритов, причём размеры этих кратеров могут

быть совершенно любыми, то, в буквальном смысле слова, на Луне не найдёшь ровного места. Поэтому первое, что придётся делать — это ровнять площадку. Второе соображение состоит в следующем: мы можем использовать тот же мяч такого же диаметра, такой же упругости. Но естественно, если уж мы играем на открытом «воздухе» (которого нет), то давление, которое мы в этот мяч накачаем, естественно, должно быть на 1 атмосферу меньше, чем в земном мяче. В принципе, мяч может также сохранить и свои механические свойства при разных температурах. Если мы наносим по мячу удар ногой такой же силы, как и на Земле, то он приобретает такую же скорость. Но, двигаясь с такой же скоростью, как на Земле, мяч полетит в 6 раз выше и в 6 раз дальше. Это означает, что максимальная дальность полёта мяча может достигать 600 м.

Размеры поля, которые мы должны будем задействовать для лунного футбола, составят примерно полкилометра на полкилометра (к вопросу о ровной площадке). Меньше никак не получится — иначе мяч будет постоянно вылетать за пределы поля. Естественно, потребуется пропорционально (в 6 раз) увеличить размеры ворот. Что наверняка составит большую проблему для вратарей, если скорость мяча такая же, ведь резко прыгать на Луне нелегко. Но, самое главное, — с точки зрения кинематики игра в футбол представляет собой быстрые перемены направления и скорости движения (ускорения). То есть возможность осуществлять резкие манёвры в движении. А быстрый бег на поверхности Луны, как мы выяснили раньше, возможен только «методом кенгуру» (прыжки двумя ногами). Причём в высоту можно прыгать до 7 метров. Поэтому техника игроков, естественно, существенно изменится. Они будут бегать совсем не так, как земные футболисты, а будут в основном совершать разнообразные прыжки из стороны в сторону, и друг на друга. Кроме этого, в 6 раз увеличится и время полёта мяча при каждом пасе. Соответственно, если мы мысленно посмотрим на всё это лунное футбольное поле (например, возьмём видеокамеру, которая охватывает поле целиком), окинем взором всю эту игру (с соответствующим уменьшением размеров), то мы увидим, что на поле размерами 0,5 км летает мячик, который относительно уменьшился в 6 раз. По полю прыгают невысокие кенгуру, которые в 6 раз меньше наших земных футболистов. Игра идёт в 6 раз медленнее, как в замедленном кино. И в общем понятно, что такая игра возможно будет даже и интересна кому-то. Но уж во всяком случае, это будет не футбол, это будет что-то совсем другое.

МАСЛО
ГАЗИРОВ

2003

XXVI ТУРНИР им. М. В. ЛОМОНОСОВА

28 сентября 2003 г.

ОТЧЕТ

Ломоносовский турнир — традиционный ежегодный турнир по разным предметам для всех желающих школьников. Традиционно он проводится в последнее воскресенье перед первой субботой октября и **следующий раз состоится в воскресенье 26 сентября 2004 года**.

С самого начала (в 1978 году) турнир был задуман непохожим на соревнование или олимпиаду. Здесь жюри не определяет самых лучших участников. Грамотами «за успешное выступление на конкурсе по. . . (предмету)» награждаются все школьники, написавшие хорошие работы. Такие работы традиционно отмечаются латинской буквой «v». Когда-то это было «внутренним» обозначением жюри. Но оно оказалось очень удачным и стало общеупотребительным. Например, на почтовой открытке (а почти всем участникам посылаются открытки с результатами по каждому заданию каждого конкурса, в котором участник участвовал) удобнее поставить одну букву «v», чем печатать полностью «грамота за успешное выступление» — места на открытке мало, а предметов может быть много, иногда все девять: математические игры (для 8 класса и младше), математика, физика, химия, история, биология, лингвистика, астрономия и науки о Земле, литература.

Весь турнир обычно длится 5 часов. Сколько предметов выбрать, сколько времени потратить на каждый из них и в какой последовательности — каждый участник решает сам (конкурсы проходят в разных аудиториях и всегда можно перейти из одной аудитории в другую).

Ещё одна традиция турнира — буква «e». Она ставится вместо «v» за «промежуточные» результаты по предметам, когда в работе достигнуты определённые успехи, но грамоту за это участник не получил. Если у одного участника окажется две (или больше) букв «e» — его работа на разных конкурсах будет отмечена грамотой «за успешное выступление по многоборью». Но ещё раз отметим, что на турнире главное — не борьба, а то, что участники турнира узнают и че-

му научатся на само́м турнире (решая предложенные задания самостоятельно или прочитав эту книжку), на кружках и в школах, куда их пригласят (всем школьникам, пришедшим на турнир в Москве, выдаётся листок с расписанием олимпиад и кружков на учебный год).

В варианте по **математике** есть несколько совсем простых задач, что вовсе не значит, что они неинтересные. Например, задача № 2 (про сокращение дробей) несколько десятилетий назад стала известным научным фольклором — благодаря нескольким знаменитым учёным-физикам. Несколько необычной может показаться задача № 5. Здесь требуется только лишь расположить как можно больше точек указанным в условии способом. И ничего не спрашивается про доказательство того, что это действительно «как можно больше» (и больше не получится). Конечно, эта задача математически немножко непривычная и «неполная». Но пример (который и просили построить) тут (как и во многих других математических задачах, не обязательно школьных) интересен сам по себе. Решение четвёртой задача (тоже про расположение точек) похоже на доказательство для пятой, но намного проще (хотя и тут нужно придумать или сообразить, с какой стороны к задаче лучше подступиться — и это тоже важная часть работы математика). Задача № 7 (про тетраэдр) также интересна своим решением, в котором нужно последовательно заметить несколько несложных фактов (последний из которых — ответ); самое главное тут — разобраться, что в какой последовательности делать (и только после этого задача становится несложной).

Математические игры — большой раздел современной математики. Но некоторые игры оказываются не очень сложными и даже интересными школьникам. Конечно, задания по математике и математическим играм принципиально ничем друг от друга не отличаются, разные названия — это, скорее, традиция. Единственное отличие — в игру можно ещё и поиграть. Как и прирешении «математических» задач, здесь полезно разобраться, что на самом деле делают игроки, играя по правилам. Результат (решение) иногда оказывается очень необычным и совсем непохожим на первоначальные правила игры (как, например, в игре № 2 про конфеты).

Из материалов конкурса по **физике** вы также узнаете много интересного. Например, как собрать удобную схему для включения и выключения лампочки из двух разных мест. Оказывается, кроме двух переключателей и проводов (и, конечно, самой лампочки и источника электрического тока) для этого больше ничего не нужно (задача № 4). Задача № 7 посвящена замечательному эксперименту Феддерсена по исследованию электрических искр. Конечно, современные экспериментаторы всё сделали бы совсем по-другому (может быть, поэтому тот эксперимент и его автор в наше время не очень известны). Но в середине 19 века Вильгельм Феддерсен, очень грамотно применив известные факты и технические возможности своего времени, с помощью своих экспериментов (скорее всего, даже не подозревая об этом) позволил своим последователям сделать десятки новых открытий и создать много полезных технологий (исторически первой, но далеко не единственной, среди которых стала радиосвязь).

Восьмая задача по **химии** (про способ изготовления зеркал, № 8) — самая «старая» — также из 19 века. Вильгельм Феддерсен, кстати, вполне мог исполь-

зовать в своих экспериментах зеркала, изготовленные именно таким способом. В 19 веке, наверное, уже в общих чертах был понятен механизм действия моющих средств (задача № 1), хотя знаний было явно недостаточно и моющие средства тех времён нам показались бы достаточно странными. В те времена ещё не был известен механизм реакции водорода с хлором[1] (задача № 2). Химики тех времён, конечно, могли поставить опыт, описанный в задаче № 7, но скорее всего, не смогли бы в нём разобраться и написать решение задачи, которое вы сейчас можете прочитать (или даже решить задачу самостоятельно). Тогда практически ничего не знали про изомеры (задача № 9). А шестая задача исследователям тех времён, наверное, показалась бы очень странной.

Из заданий (и ответов) конкурса по **биологии** вы узнаете про птиц (задания № 1, 3, 8), рыб и других морских обитателей (№ 2, 4, 6), растения (№ 2, 5), о веществах, создающих проблемы различным живым организмам (№ 5, 7).

Первое задание по **лингвистике**, несомненно, заинтересует всех читателей (советуем сразу посмотреть его на странице 793). Другие задачи посвящены различным лингвистическим явлениям на примере грузинского (№ 2), японского (№ 3), шорского (№ 4) и русского (№ 5) языков. Людей, говорящих на шорском языке, и школьников, участвовавших в турнире, примерно одинаковое количество — около 9 тысяч человек. В истории турнира уже были удивительные случаи, когда использованный в задании язык, совершенно «экзотический» по мнению жюри, оказывался родным или знакомым для кого-то из участников. Нам было бы очень приятно, если так окажется и на этот раз.

Конкурс по **литературе** появился на Ломоносовском турнире сравнительно недавно, и проводится только третий раз. Первое задание традиционно посвящено какому-нибудь литературному явлению. Уже были «рифма» и «хокку», и вот на этот раз — «пародия». Это должно быть чем-то комическим, смешным, и поэтому решение задания № 1 должно оказаться интересным. Кроме того, оно ещё и достаточно объёмным и содержащим много интересных и даже неожиданных литературных фактов. Во втором задании конкурса рассматривается «поэма для маленьких детей» «Крокодил». Николай Васильевич Корнейчуков (1882, Петербург — 1969, Москва) — писатель, журналист, литературовед, переводчик, известен под псевдонимом Корней Чуковский почти всем маленьким детям как автор сказок в стихах «Крокодил», «Мойдодыр», «Тараканище», «Муха-цокотуха», «Бармалей», «Федорино горе», «Телефон», «Айболит». В понятных и интересных самым маленьким детям сказках автор — профессиональный литератор — умело и незаметно для маленьких читателей разместил в тексте ритмы, сюжеты, иллюстрации литературных явлений, относящиеся к различным произведениям и адресованные взрослым и старшеклассникам, в том числе и участникам турнира.

Задания конкурса по **истории** традиционно охватывают самые разные события, эпохи, географические регионы и методы работы историков. Авторы составили достаточно подробный обзор материалов исторического конкурса, который опубликован параллельно с решениями на страницах исторического конкурса.

[1] Нобелевская премия за эти исследования была присуждения в 1956 году академику Николаю Николаевичу Семёнову (1896–1986).

Наиболее интересный вопрос конкурса по **астрономии и наукам о Земле** — о загадке разливов великой реки Нил. Возникшая благодаря такому поведению реки цивилизация несколько тысячелетий пыталась эту загадку разгадать, заодно создав существенную часть современной астрономии. Загадка была разгадана только в 1889 году, после чего от неё достаточно быстро остались одни воспоминания: старая Асуанская плотина (тогда самая большая в мире) была построена в 1902, а затем ещё одна в 1971 году. Теперь Нил спокойно течёт по своей долине, больше не тая никаких загадок, неожиданностей и неприятностей.

Статистические и прочие формальные сведения о конкурсах по разным предметам скорее всего окажутся не очень интересными школьникам. Эта информация специально адресована тем, кто захочет самостоятельно организовать или провести турнир (не обязательно точно такой же) — в любом деле полезно заранее приблизительно понять, что, как и где может получиться, с какими проблемами можно столкнуться и с какими уже столкнулись предшественники. Здесь же приводится краткая статистика по турниру целиком. Количество участников: Москва — 5028, Харьков — около 1900, Оренбург — 1330, Самара — 1118, Санкт-Петербург — 137, Курск — 15, Переславль-Залесский — 10 (всего — примерно 9538). 21433 работы по разным предметам (из всех городов, кроме Харькова) были проверены московским жюри турнира; организаторы турнира в Харькове (ФМЛ № 27) проверили работы и подвели итоги турнира на месте.

Ниже приводится таблица результатов участников турнира 2003 года, получивших грамоты за успешное выступление по трём предметам и более (включая многоборье). К сожалению, опубликовать результаты всех участников, награжденных грамотами за успешное выступление, не представляется возможным из-за огромного объема информации. Но полную таблицу результатов можно посмотреть в интернете по адресу http://www.mccme.ru/olympiads/turlom/2003.

Названия предметов:

МА — математика, МИ — математические игры,
ФИ — физика, ХИ — химия,
БИ — биология, АС — астрономия и науки о Земле,
ЛИ — лингвистика, ИС — история,
ЛТ — литература, МН — многоборье.

Фамилия, Имя	Кл.	Школа №	Город	Грамоты			
5 класс							
Абдуллаев Эльдар	5	шк. ИНТ	Москва	МА	БИ	АС	МН
Галайко Нина	5	шк. 1551	Москва	МА	ФИ	ХИ	
Николаев Семен	5	шк. 1189	Москва	МА	БИ	АС	
Никулин Андрей	5	шк. ИНТ	Москва	МА	АС	ЛИ	
6 класс							
Азеркович Илья	6	шк. 113	Москва	МА	БИ	ЛИ	
Ананичук Анна	6	шк. 853	Москва	БИ	АС	ЛИ	
Бодров Андрей	6	шк. 1321	Москва	МА	МИ	ФИ	
Бойко Анна	6	шк. 1528	Москва	МА	ФИ	БИ	АС
Вербицкий Николай	6	шк. 444	Москва	МА	БИ	МН	
Дукарт Иван	6	шк. 1963	Москва	МА	БИ	АС	
Никонев Александр	6	шк. 1963	Москва	МА	БИ	АС	МН

Фамилия, Имя	Кл.	Школа №	Город	Грамоты				
Островский Дмитрий	6	шк. СМУН	Самара	МА	ФИ	АС	ИС	
Полевая Татьяна	6	шк. 371	СПб	МА	АС	ЛИ		
Попова Анастасия	6	шк. 1201	Москва	ФИ	БИ	АС		
Родкин Дмитрий	6	шк. 444	Москва	МА	ФИ	БИ	АС	
Сорокин Александр	6	шк. 853	Москва	МА	БИ	АС		
Тимошенко Семён	6	гим. 5	Оренбург	МА	ФИ	БИ	АС	
7 класс								
Андреев Михаил	7	шк. 2	Москва	МИ	ФИ	ХИ		
Берсеков Руслан	7	шк. 1018	Москва	МА	АС	МН		
Боровкова Даша	7	шк. 371	СПб	АС	ЛИ	ИС		
Булычев Николай	7	шк. 853	Москва	МА	БИ	АС		
Власенко Дима	7	шк. ИНТ	Москва	МА	ФИ	ХИ		
Власюк Агата	7	шк. 1527	Москва	МА	МИ	АС	МН	
Воронков Антон	7	шк. 1739	Москва	МА	БИ	АС		
Втулкина Наталья	7	шк. 1508	Москва	МА	БИ	АС		
Гаврилюк Кирилл	7	шк. 1514	Москва	МА	ХИ	ИС		
Гладышева Анна	7	шк. 345	Москва	МА	ФИ	АС		
Голубев Александр	7	шк. 1516	Москва	МА	ФИ	АС		
Григорьев Артём	7	шк. 610	СПб	МА	ФИ	ЛИ	МН	
Гудков Павел	7	шк. 1255	Москва	МА	БИ	АС		
Евсеев Василий	7	шк. 1551	Москва	МА	ФИ	АС		
Ефремова Марина	7	шк. 971	Москва	МА	ФИ	АС		
Заболотский Андрей	7	шк. 1189	Москва	МА	МИ	ЛИ		
Звонов Алексей	7	шк. 1255	Москва	МА	ФИ	АС		
Зибров Илья	7	шк. 179	Москва	МА	ИС	МН		
Клюев Антон	7	шк. 444	Москва	МА	ФИ	ХИ	БИ	
Когновицкий Владимир	7	шк. 444	Москва	МА	БИ	АС		
Корнилова София	7	шк. 538	Москва	МА	ФИ	БИ		
Ле Антон	7	шк. 1411	Москва	МА	ФИ	БИ		
Логачёв Кирилл	7	шк. 30	СПб	МА	ФИ	МН		
Матюшина Маша	7	шк. 1567	Москва	МА	БИ	АС		
Морозова Татьяна	7	шк. 842	Москва	МА	БИ	АС		
Новоторцев Леонид	7	шк. 1201	Москва	ФИ	БИ	АС		
Павлов Константин	7	шк. 30	СПб	МА	АС	ЛИ		
Погорелый Михаил	7	шк. ИНТ	Москва	МА	ФИ	МН		
Поликашин Алексей	7	шк. 881	Москва	МА	ФИ	ХИ	АС	МН
Попов Илья	7	шк. ИНТ	Москва	МА	АС	МН		
Родимцева Ирина	7	лиц. 4	Оренбург	МА	ФИ	БИ		
Сергачев Сергей	7	шк. 853	Москва	МА	БИ	АС	МН	
Смирнов Дмитрий	7	шк. 1514	Москва	МА	АС	МН		
Соболев Игорь	7	шк. 1201	Москва	ФИ	БИ	АС		
Станкевич Иван	7	шк. 2005	Москва	МА	БИ	АС	ИС	
Сягаев Георгий	7	шк. 1201	Москва	ФИ	БИ	МН		
Трегубова Мария	7	шк. 2	Москва	МА	ФИ	АС		
Удимов Даниил	7	шк. 1543	Москва	МА	АС	МН		
Федоров Илья	7	шк. 1018	Москва	МА	ФИ	БИ		
Чистяков Павел	7	шк. 1304	Москва	МА	БИ	АС		
Шатохина Кира	7	шк. 6	Королёв	МА	БИ	АС		
Шурупов Александр	7	шк. 199	Москва	МА	БИ	ИС		
8 класс								
Авилов Артем	8	шк. 57	Москва	МА	ХИ	ЛИ	ИС	
Артюшкин Андрей	8	шк. 1018	Москва	МА	ФИ	БИ		
Бадасен Елена	8	шк. 1806	Москва	ФИ	БИ	АС		

Фамилия, Имя	Кл.	Школа №	Город	Грамоты			
Бородинов Николай	8	шк. ИНТ	Москва	МА	ФИ	ИС	
Вербицкий Алексей	8	шк. 57	Москва	МА	МИ	ФИ	
Власова Мария	8	шк. 444	Москва	ФИ	ХИ	МН	
Гнеушев Кирилл	8	шк. 1189	Москва	МА	ФИ	ХИ	
Грамматикати Конст.	8	шк. 1189	Москва	ФИ	БИ	АС	
Грицай Ярослав	8	шк. 1018	Москва	ХИ	АС	МН	
Демченко Юрий	8	шк. 444	Москва	МА	ХИ	БИ	АС
Дубровский Андрей	8	шк. ИНТ	Москва	МА	ХИ	МН	
Золотова Наталья	8	шк. 119	Москва	МА	БИ	АС	
Зубкова Анна	8	шк. 14	Жуковский	БИ	АС	МН	
Инсапов Анатолий	8	лиц. СТЛ	Самара	ХИ	БИ	МН	
Кафтан Дарья	8	шк. 548	Москва	МА	БИ	АС	
Киселев Павел	8	шк. 7	Раменское	МА	ФИ	ХИ	
Клочков Дмитрий	8	шк. 1537	Москва	ХИ	БИ	МН	
Колеватов Сергей	8	шк. 30	СПб	МА	ХИ	МН	
Кондратьев Георгий	8	шк. 57	Москва	МА	ФИ	ХИ	
Корнаков Николай	8	шк. 354	Москва	МА	ХИ	АС	ИС
Коробко Михаил	8	шк. 1199	Москва	МА	АС	МН	
Котов Андрей	8	шк. 57	Москва	МА	АС	ЛИ	
Краснопеева Екатерина	8	лиц. 135	Самара	МА	БИ	МН	
Кулакова Ксения	8	шк. 1543	Москва	ХИ	БИ	МН	
Левицкий Николай	8	шк. 371	СПб	МА	ФИ	ЛИ	
Марчук Алексей	8	шк. 654	Москва	ФИ	ХИ	АС	
Миронов Сергей	8	шк. 1514	Москва	ХИ	АС	МН	
Митасов Александр	8	лиц. –	Лобня	МА	БИ	ИС	
Немченко Александра	8	шк. 1514	Москва	БИ	АС	МН	
Пеков Юрий	8	шк. 1199	Москва	МА	БИ	АС	
Поликарпов Федор	8	шк. 1544	Москва	БИ	АС	ЛИ	МН
Притыковская Наташа	8	шк. 371	СПб	АС	ЛИ	МН	
Реброва Елизавета	8	шк. 57	Москва	МА	БИ	ЛИ	
Савин Дмитрий	8	шк. 57	Москва	МА	ФИ	АС	
Савицкий Александр	8	шк. 1018	Москва	ФИ	БИ	АС	
Семушин Павел	8	лиц. СЛИТ	Самара	МА	ФИ	МН	
Солодовников Михаил	8	шк. 4	Красногорск	ФИ	БИ	АС	
Солянкин Петр	8	шк. 444	Москва	ФИ	АС	МН	
Старых Сергей	8	шк. 1560	Москва	МА	ФИ	БИ	
Терентьева Юлия	8	шк. 1554	Москва	БИ	АС	МН	
Тимофеева Диана	8	шк. 1543	Москва	ХИ	БИ	МН	
Тонконог Дмитрий	8	шк. 91	Москва	ХИ	БИ	МН	
Филиппов Дмитрий	8	шк. 444	Москва	ФИ	АС	МН	
Хусаинов Тагир	8	шк. 39	Оренбург	МА	МИ	АС	
Шарданов Касим	8	шк. 1636	Москва	БИ	АС	МН	
Школьный Данила	8	шк. 1199	Москва	МА	АС	ИС	МН
9 класс							
Агафонцев Борис	9	шк. 1557	Москва	МА	ФИ	АС	
Алтухов Дмитрий	9	шк. 463	Москва	МА	ХИ	АС	МН
Бакурский Сергей	9	шк. 654	Москва	МА	ФИ	АС	
Беседин Артем	9	шк. 1044	Москва	ФИ	ХИ	БИ	АС
Волков Юрий	9	шк. 91	Москва	МА	ХИ	БИ	АС
Володько Наталия	9	шк. 91	Москва	МА	АС	ЛИ	
Воскресенский Борис	9	шк. 2	Раменское	МА	АС	ЛИ	
Гончаренко Алексей	9	шк. 1557	Москва	МА	АС	МН	
Горобцов Олег	9	шк. 1189	Москва	МА	ФИ	МН	
Громан Кристина	9	шк. 5	Москва	ХИ	БИ	ИС	

Фамилия, Имя	Кл.	Школа №	Город	Грамоты					
Ерпылёв Иван	9	гим. 5	Оренбург	МА	АС	ИС			
Заборовский Дмитрий	9	шк. 1189	Москва	ФИ	БИ	АС			
Замалеев Дмитрий	9	лиц. 4	Королёв	ФИ	АС	МН			
Зенкевич Егор	9	шк. 548	Москва	МА	ХИ	АС			
Кангин Дмитрий	9	шк. 537	Москва	ФИ	БИ	ЛИ			
Киселев Александр	9	шк. 1189	Москва	МА	БИ	АС	МН		
Князев Дмитрий	9	шк. 1411	Москва	ФИ	ХИ	ИС			
Кохась Артём	9	шк. СМУН	Самара	МА	АС	МН			
Кравченко Анна	9	шк. 4	Королёв	ХИ	АС	МН			
Лисов Денис	9	шк. 1525	Москва	ФИ	ХИ	АС			
Лукьянченко Георгий	9	шк. 1557	Москва	ХИ	БИ	АС			
Матюшин Дмитрий	9	шк. 57	Москва	ХИ	БИ	АС			
Медянкин Никита	9	шк. 1514	Москва	МА	АС	ЛИ	ИС		
Межуев Роман	9	шк. 1517	Москва	ХИ	АС	МН			
Муратов Андрей	9	шк. 1189	Москва	МА	ФИ	БИ	АС		
Мясникова Дина	9	лиц. –	Фрязино	МА	ХИ	АС			
Нехорошев Илья	9	шк. 1134	Москва	МА	ФИ	ХИ			
Обрываева Анастасия	9	шк. 1523	Москва	МА	ФИ	ЛИ			
Павленко Ольга	9	шк. 1189	Москва	МА	БИ	АС			
Перова Мария	9	шк. 1537	Москва	БИ	АС	МН			
Пиперски Александр	9	шк. 125	Москва	МА	ХИ	АС	ЛИ	ИС	ЛТ
Простов Михаил	9	шк. 151	Москва	МА	ХИ	АС	МН		
Прусов Кирилл	9	лиц. –	Фрязино	АС	ИС	МН			
Романова Анастасия	9	шк. 610	СПб	БИ	ИС	МН			
Сергеев Сергей	9	шк. 1037	Москва	МА	ФИ	АС			
Смирнов Станислав	9	шк. 1189	Москва	МА	ФИ	ХИ	АС		
Соколов Георгий	9	шк. 1557	Москва	МА	ФИ	ХИ			
Ульченко Екатерина	9	шк. 1537	Москва	БИ	АС	МН			
Чернышов Виктор	9	шк. 4	Королёв	МА	ФИ	БИ			
Шляхтер Майя	9	шк. 610	СПб	АС	ЛИ	ИС			
10 класс									
Аникин Максим	10	шк. 1554	Москва	МА	ФИ	АС			
Анучин Леонид	10	шк. 1411	Москва	ФИ	ХИ	АС	ИС		
Арсентьева Ольга	10	шк. 1253	Москва	МА	ФИ	ХИ	БИ		
Базарова Алевтина	10	гим. –	Троицк	МА	ФИ	ЛИ			
Белосохов Дмитрий	10	шк. 1840	Москва	МА	ФИ	АС			
Берсенева Ольга	10	КП МГУ	Москва	БИ	АС	ИС			
Блохина Татьяна	10	шк. 618	Москва	ХИ	АС	МН			
Богдан Игнат	10	КП МГУ	Москва	ХИ	АС	ЛТ			
Васильев Илья	10	шк. 1537	Москва	МА	АС	ЛИ			
Вахрушева Ольга	10	шк. 57	Москва	ЛИ	ИС	ЛТ			
Виноградов Валерий	10	КП МГУ	Москва	АС	ИС	МН			
Дик Владимир	10	шк. 1537	Москва	ФИ	ЛИ	МН			
Ефимов Олег	10	шк. 2	Москва	МА	ФИ	ХИ			
Жданов Максим	10	шк. 179	Москва	МА	БИ	ЛИ			
Жостков Руслан	10	шк. 1303	Москва	МА	БИ	АС			
Казеннов Андрей	10	лиц. 4	Королёв	МА	ХИ	АС			
Карцева Елена	10	шк. 4	Королёв	МА	ФИ	ХИ	АС		
Кашкин Егор	10	шк. 745	Москва	МА	ХИ	АС	ИС		
Корвяков Александр	10	лиц. 4	Королёв	МА	БИ	АС			
Криков Павел	10	шк. 4	Истра	МА	БИ	АС			
Куликова Мария	10	шк. 2	Москва	ХИ	БИ	АС			
Куравский Михаил	10	шк. 1	Жуковский	ФИ	ХИ	БИ			
Кучелев Денис	10	шк. 463	Москва	МА	ФИ	БИ			

Фамилия, Имя	Кл.	Школа №	Город	Грамоты				
Лебедев Михаил	10	шк. 1533	Москва	МА	ФИ	ХИ		
Маловичко Иван	10	шк. 1557	Москва	МА	ФИ	АС		
Манжелий Евгений	10	лиц. 4	Королёв	МА	ХИ	МН		
Маньковская Елизавета	10	шк. 57	Москва	АС	ИС	ЛТ		
Милановский Георгий	10	шк. 57	Москва	ФИ	БИ	АС		
Мухаметдинов Александр	10	шк. 1199	Москва	ХИ	АС	МН		
Нагапетян Тигран	10	шк. 1514	Москва	МА	ЛТ	МН		
Нестерова Наталья	10	шк. 57	Москва	АС	ЛИ	ИС		
Новоселов Александр	10	шк. 1413	Москва	МА	ФИ	ХИ	АС	
Петухов Андрей	10	шк. 1257	Москва	МА	ФИ	ХИ		
Рогов Антон	10	шк. 609	Москва	МА	БИ	МН		
Родионов Игорь	10	шк. 1	Фрязино	МА	ФИ	ХИ	АС	ЛИ
Русаковский Олег	10	шк. 7	Раменское	БИ	ИС	ЛТ		
Рыбкин Сергей	10	шк. 1303	Москва	МА	ФИ	АС	ЛИ	
Садовский Сергей	10	шк. 1506	Москва	ФИ	БИ	АС		
Семейко Ольга	10	шк. 1537	Москва	МА	АС	МН		
Семенов Александр	10	лиц. 3	Оренбург	МА	ХИ	ЛИ		
Сметник Антонина	10	шк. 1253	Москва	МА	ХИ	МН		
Сошин Никита	10	шк. 1562	Москва	МА	ФИ	ХИ		
Терехов Ярослав	10	шк. 1543	Москва	МА	БИ	АС		
Тигина Наталья	10	шк. 1066	Москва	БИ	АС	ИС		
Фомин Ярослав	10	шк. 30	СПб	ФИ	ХИ	МН		
Фролов Александр	10	шк. 1567	Москва	МА	АС	ИС		
Харин Василий	10	шк. 853	Москва	МА	ФИ	ХИ	ЛИ	
Цепелева Анна	10	шк. 218	Москва	МА	ХИ	БИ		
Широколава Алексей	10	шк. 1543	Москва	МА	БИ	АС	ИС	
Шпынова Ольга	10	гим. АГ	СПб	ЛИ	ЛТ	МН		
11 класс								
Абрамчук Сергей	11	шк. 654	Москва	МА	ФИ	ХИ		
Блик Виталия	11	лиц. –	Протвино	ХИ	БИ	ЛИ		
Бударов Александр	11	лиц. СМАЛ	Самара	МА	ФИ	АС		
Бурков Борис	11	шк. 1579	Москва	МА	ФИ	ХИ	БИ	
Винокуров Фёдор	11	шк. 30	СПб	МА	ФИ	МН		
Гаврилов Анатолий	11	лиц. СМАЛ	Самара	ФИ	АС	МН		
Григорчук Ангелина	11	гим. 1	Самара	ХИ	БИ	АС	ЛИ	
Данильчик Анна	11	шк. 62	Оренбург	ФИ	БИ	АС		
Жданов Александр	11	лиц. СМТЛ	Самара	МА	ФИ	АС		
Задорожный Леонид	11	шк. 1553	Москва	МА	АС	МН		
Исходжанов Тимур	11	шк. 1189	Москва	МА	ФИ	АС		
Кузнецова Наталия	11	шк. 756	Москва	БИ	АС	МН		
Курешова Дарья	11	шк. 654	Москва	МА	БИ	АС		
Мальцев Антон	11	шк. 91	Москва	МА	ФИ	АС		
Мальчуков Алексей	11	шк. 950	Москва	МА	БИ	АС	ЛИ	
Меньков Михаил	11	шк. 57	Москва	МА	ЛИ	ИС		
Никуличев Игорь	11	шк. 654	Москва	МА	ФИ	АС		
Подковыров Евгений	11	шк. 30	СПб	МА	ФИ	АС		
Пугач Алексей	11	шк. 91	Москва	МА	ФИ	БИ	АС	
Пылаева Екатерина	11	лиц. –	Протвино	ХИ	БИ	ЛИ		
Решетов Денис	11	лиц. СМТЛ	Самара	МА	ХИ	БИ		
Рожнова Елена	11	шк. 422	Москва	ХИ	БИ	ИС		
Рыбалкин Роман	11	шк. 710	Москва	МА	ХИ	БИ		
Савельев Михаил	11	шк. 2	Москва	ХИ	АС	ИС		
Соколов Кирилл	11	шк. 654	Москва	МА	ФИ	ХИ		
Таничев Станислав	11	шк. 1019	Москва	БИ	АС	ИС		

Фамилия, Имя	Кл.	Школа №	Город	Грамоты
Телегина Виктория	11	лиц. СЛИТ	Самара	МА БИ АС
Федотов Станислав	11	шк. 1199	Москва	МА БИ АС ИС
Чумак Александр	11	шк. 1580	Москва	МА ФИ БИ
Шухман Владимир	11	шк. 1199	Москва	МА ФИ ЛИ

В таблице использованы следующие сокращения.

Учебные заведения:

АГ — Академическая гимназия при СПбГУ,
ИНТ — школа-интернат «Интеллектуал»,
КП МГУ — Классический пансион МГУ,
СЛИТ — Самарский лицей информационных технологий,
СМАЛ — Самарский международный аэрокосмический лицей,
СМТЛ — Самарский медико-технический лицей,
СМУН — Самарский муниципальный университет Наяновой,
СТЛ — Самарский технический лицей.

Населенные пункты (за исключением Москвы и областных центров; МО — Московской области):

Жуковский — г. Жуковский МО,
Истра — г. Истра МО,
Королёв — г. Королёв МО,
Красногорск — г. Красногорск МО,
Лобня — г. Лобня МО,
Протвино — г. Протвино МО,
Раменское — г. Раменское МО,
СПб — г. Санкт-Петербург,
Троицк — г. Троицк МО,
Фрязино — г. Фрязино МО.

За прошедшие 26 лет своей истории турнир стал уже настолько большим, что мы не можем персонально поблагодарить всех, кто помогал его организовать и провести — учителей, студентов, родителей, учёных, администраторов, технических работников и многих других — всех, кто хорошо, добросовестно и зачастую добровольно и бесплатно выполнял свою работу. Не всех этих людей мы знаем поимённо, но и известный список займёт не одну страницу.

Поэтому мелким шрифтом перечислим только организации, которые как непосредственно провели мероприятие у себя — это московские школы, гимназии, лицеи №№ 91, 444, 520, 853, 905, 1018, 1299, 1567, 1580, 1678, 2007, Московский государственный университет, Московский Авиационный институт, Московский государственный технологический университет СТАНКИН, Московский государственный институт электроники и математики, Переславский государственный университет, Физико-математический лицей № 27 города Харьков, школа № 6 города Курск, Классическая гимназия № 610 города Санкт-Петербург, Самарский государственный университет, Оренбургский государственный педагогический университет, так и некоторые из тех, что оказали существенную помощь и поддержку непосредственным организаторам Ломоносовского турнира — Московская городская Дума, Департамент образования города Москвы, Российская Академия наук, Московский институт открытого образования, Оргкомитет международного математического Турнира городов, Московский центр непрерывного математического образования, Независимый московский университет, Российский государственный гуманитарный универ-

ситет, Московский государственный технический университет, Компьютерный супермаркет НИКС.

В интернете по адресу http://www.mccme.ru/olympiads/turlom опубликованы электронные материалы турниров этого года и предыдущих лет.

КОНКУРС ПО МАТЕМАТИКЕ

Задания

В скобках указано, каким классам адресована задача. Ваше выступление по математике считается успешным, если правильно решены хотя бы две задачи, адресованные Вашему или более старшему классу. Верное решение только одной задачи также будет отмечено жюри.

1. (6–7) Найдите наибольшее четырёхзначное число, все цифры которого различны и которое делится на 2, 5, 9 и 11.

2. (6–9) Ваня считает, что дроби «сокращают», зачёркивая одинаковые цифры в числителе и знаменателе. Серёжа заметил, что иногда Ваня получает верные равенства, например

$$\frac{49}{98} = \frac{4}{8}\ .$$

Найдите все правильные дроби с числителем и знаменателем, состоящими из двух ненулевых цифр, которые можно так «сократить».

3. (6–11) Царь выделял на содержание писарского приказа 1000 рублей в год (все писари получали поровну). Царю посоветовали сократить численность писарей на 50%, а оставшимся писарям повысить жалование на 50%. На сколько изменятся при этом затраты царя на писарский приказ?

4. (8–11) Отмечены четыре вершины квадрата. Отметьте ещё четыре точки так, чтобы на всех серединных перпендикулярах к отрезкам с концами в отмеченных точках лежало по две отмеченные точки.

5. (8–11) Расположите на плоскости как можно больше точек так, чтобы любые три точки не лежали на одной прямой и являлись вершинами равнобедренного треугольника.

6. (10–11) Известно, что корни уравнения $x^2+px+q=0$ — целые числа, а p и q — простые числа. Найдите p и q.

7. (10–11) Существует ли тетраэдр, все грани которого — равнобедренные треугольники, причём никакие два из них не равны?

Решения к заданиям конкурса по математике

1. У чисел 2, 5, 9 и 11 нет общих делителей, поэтому если число делится на каждое из них, то оно делится и на их произведение. То есть искомое число делится на $2 \cdot 5 \cdot 9 \cdot 11 = 990$. Выпишем все четырёхзначные числа, которые делятся на 990.

$$1980, 2970, 3960, 4950, 5940, 6930, 7920, 8910, 9900.$$

Наибольшее из них равно 9900, но у него есть совпадающие цифры. А наибольшее из них, у которого все цифры различны — это 8910.

2. В принципе возможны четыре варианта такого «сокращения»:

$$1)\ \frac{\overline{\cancel{b}a}}{\overline{\cancel{b}c}} \qquad 2)\ \frac{\overline{a\cancel{b}}}{\overline{c\cancel{b}}} \qquad 3)\ \frac{\overline{\cancel{b}a}}{\overline{c\cancel{b}}} \qquad 4)\ \frac{\overline{a\cancel{b}}}{\overline{\cancel{b}c}}$$

Рассмотрим все 4 возможных случая.

1) $\dfrac{\overline{\cancel{b}a}}{\overline{\cancel{b}c}}$ Получаем $\dfrac{10b+a}{10b+c} = \dfrac{a}{c}$, откуда

$$(10b+a)c = (10b+c)a$$
$$10bc + ac = 10ba + ca$$
$$bc = ba$$

По условию $b \neq 0$, поэтому на b можно сократить. Следовательно, $c = a$, а по условию дробь правильная. Поэтому в первом случае решений нет.

2) $\dfrac{\overline{a\cancel{b}}}{\overline{c\cancel{b}}}$ Аналогично первому случаю получаем

$$(10a+b)c = (10c+b)a$$
$$10ac + bc = 10ca + ba$$
$$bc = ba$$

Так как $b \neq 0$, то $c = a$, а по условию дробь правильная. Итак, в этом случае решений тоже нет.

3) $\dfrac{\overline{\cancel{b}a}}{\overline{c\cancel{b}}}$ Аналогично первому случаю получаем

$$(10b+a)c = (10c+b)a$$
$$10bc + ac = 10ca + ba$$
$$10bc = 9ac + ab$$
$$9c(a-b) = b(c-a)$$

Так как дробь правильная, то $a < c$. Следовательно, $a > b$, откуда $a - b \geqslant 1$. Получаем $9c(a-b) \geqslant 9c > 9(c-a) \geqslant b(c-a)$, т. е. $9c(a-b) > b(c-a)$, что невозможно. Итак, в этом случае решений нет.

4) $\dfrac{\overline{a\cancel{b}}}{\overline{\cancel{b}c}}$ Аналогично первому случаю получаем

$$(10a+b)c = (10b+c)a$$
$$10ac + bc = 10ba + ca$$
$$9ac + bc = 10ba$$

Дальше проще решать перебором. Мы приводим один из вариантов перебора, стараясь сократить длину перебора за счёт дополнительных соображений.

Случай c=1 невозможен, так как дробь a/c правильная.

Если $c = 2$, то $a = 1$ (так как дробь a/c правильная). Получаем $18 + 2b = 10b$, откуда $18 = 8b$. Решений нет.

Если $c = 3$, то $a = 1$ или $a = 2$. Получаем

$$27 + 3b = 10b \quad \textbf{или} \quad 54 + 3b = 20b$$

$$27 = 7b \quad \textbf{или} \quad 54 = 17b$$

Решений нет.

Если $c = 4$, то $a = 1$, $a = 2$ или a=3. Получаем

$$36 + 4b = 10b \quad \textbf{или} \quad 72 + 4b = 20b \quad \textbf{или} \quad 108 + 4b = 30b$$

$$36 = 6b \quad \textbf{или} \quad 72 = 16b \quad \textbf{или} \quad 108 = 26b$$

Получаем одно решение $a = 1$, $b = 6$, которому соответствует одна из искомых дробей:

$$\frac{1\cancel{6}}{\cancel{6}4} = \frac{1}{4}$$

Если $c = 5$, то $a = 1$, $a = 2$, $a = 3$ или $a = 4$. Получаем

$$9 + b = 2b \quad \textbf{или} \quad 18 + b = 4b \quad \textbf{или} \quad 27 + b = 6b \quad \textbf{или} \quad 36 + b = 8b$$

$$9 = b \quad \textbf{или} \quad 18 = 3b \quad \textbf{или} \quad 27 = 5b \quad \textbf{или} \quad 36 = 7b$$

Получаем два решения $a = 1$, $b = 9$ **или** $a = 2$, $b = 6$. Получаются ещё две дроби:

$$\frac{1\cancel{9}}{\cancel{9}5} = \frac{1}{5} \qquad \text{и} \qquad \frac{2\cancel{6}}{\cancel{6}5} = \frac{2}{5}$$

Если $c = 6$, то $a = 1$, $a = 2$, $a = 3$, $a = 4$ или $a = 5$. Получаем

$$27{+}3b{=}5b \textbf{ или } 54{+}3b{=}10b \textbf{ или } 81{+}3b{=}15b \textbf{ или } 108{+}3b{=}20b \textbf{ или } 135{+}3b{=}25b$$

$$27{=}2b \textbf{ или } 54{=}7b \textbf{ или } 81{=}12b \textbf{ или } 108{=}17b \textbf{ или } 135{=}22b$$

Решений нет.

Если $c = 7$, то получаем равенство $63a + 7b = 10ab$. Левая часть равенства делится на 7, значит либо a либо b делится на 7 (так как 7 — простое число). Так как дробь правильная, то $a < 7$. Следовательно, единственный вариант для b — это 7. Получаем $63a + 49 = 70a$, откуда $a = 7$, но a должно быть меньше семи, так как дробь правильная. Решений нет.

Если $c = 8$, то получаем равенство $72a + 8b = 10ab$, откуда $36a + 4b = 5ab$. Перебирая все возможные варианты для a, получаем ещё одно решение ($a = 4$, $b = 9$):

$$\frac{4\cancel{9}}{\cancel{9}8} = \frac{4}{8}$$

Если $c = 9$, то получаем равенство $81a + 9b = 10ab$. Так как левая часть делится на 9, то и правая часть должна делиться на 9, а значит, либо $a = 9$, либо $b = 9$, либо a и b делятся на 3. Если a и b делятся на 3, то левая часть делится на 27, а значит одно из чисел a, b равно 9. С другой стороны, $a < c = 9$. Следовательно, $b = 9$, откуда $81a + 81 = 90a$, $9a + 9 = 10a$, $a = 9 = c$, что невозможно.

Ответ:

$$\frac{26}{65}, \quad \frac{49}{98}, \quad \frac{19}{95}, \quad \frac{16}{64}.$$

3. Пусть у царя было x писарей. Тогда один писарь получал $1000/x$ рублей. Если царь послушается совета, то писарей станет $x/2$, а каждый писарь станет получать $\dfrac{1000}{x} \cdot 1{,}5$ рублей. И затраты царя составят $\dfrac{1000}{x} \cdot 1{,}5 \cdot \dfrac{x}{2} = 750$ рублей, то есть затраты сократятся на 250 рублей или на 25%.

Главное, что нужно для решения задачи, это знать, что сократить на 50% — это означает сократить вдвое, увеличить на 50% означает увеличить в 1,5 раза, и, самое главное, нельзя складывать проценты, забывая от какой величины эти проценты вычисляются.

4. *Идея решения.* Надо ставить точки на серединные перпендикуляры к «старым отрезкам» так, чтобы на серединные перпендикуляры к «новым отрезкам» попадали старые точки. А именно, пусть в квадрате $ABCD$ точка E — середина стороны AD, а точка F — середина стороны CD. Постараемся поставить точку K на прямую EF так, чтобы серединный перпендикуляр к отрезку KA прошёл через одну из вершин исходного квадрата $ABCD$. Таких вариантов шесть.

Из них первый и пятый варианты (K_1 и K_5) дают верный путь к одному из решений, третий и четвёртый варианты (K_3 и K_4) — ко второму решению. Эти решения получаются, если построить на сторонах квадрата равносторонние треугольники, соответственно наружу и внутрь.

На верхней части рисунка (вариант K_1 и K_5) отрезок K_1A лежит на серединном перпендикуляре к стороне равностороннего треугольника с основанием AB (это показано пунктирным поясняющим отрезком). К другому пунктирному отрезку, выходящему из точки A, серединным перпендикуляром является отрезок DK_5.

На нижней части рисунка (вариант K_3 и K_4) проведены пунктиром два поясняющих отрезка: AK_3 и серединный перпендикуляр к нему, проходящий через точку B и ещё одну построенную точку, являющуюся вершиной равностороннего треугольника с основанием DC.

Расположение остальных серединных перпендикуляров очевидно.

Аккуратное доказательство того, что две предложенные конструкции действительно удовлетворяют условию задачи, не представляет никаких трудностей, но является немного длинным и не очень интересным, поэтому здесь не приводится (все необходимые идеи и пояснения даны выше).

Варианты расположения точки K_2 и K_6 к решению не приводят. Можно доказать, что других решений нет. Очевидно, что любое решение должно содержать по крайней мере одну из точек K_1, K_2, K_3, K_4, K_5, K_6. То есть достаточно убедиться, что точки K_1, K_3, K_4, K_5 не достраиваются ни до каких решений, кроме двух (уже приведённых выше), а точки K_2 и K_6 не содержатся ни в каком решении. Это доказательство здесь не приводится по вышеназванным причинам и не представляет существенных трудностей.

5. Наибольшее число точек, которое удалось поставить участникам турнира — шесть: правильный пятиугольник и его центр (см. рисунок).

Доказывать, что больше точек поставить нельзя, не требовалось. Такое доказательство, хотя и не выходит за рамки школьной программы, но очень сложное для того, чтобы его привести в данной книге.

6. Пусть x_1 и x_2 — корни нашего квадратного трёхчлена. Тогда (по теореме Виета) $x_1 \cdot x_2 = q$. Так как корни целые, а q — простое, то один из корней равен 1 или -1.

Рассмотрим сначала случай $x_1 = 1$. Тогда $x_2 = q$. По теореме Виета $1 + q = -p$. По условию p и q — простые, в частности, целые положительные числа. Значит, в первом случае решений нет.

Пусть теперь $x_1 = -1$. Получаем $x_2 = -q$, $-1 - q = -p$. То есть $p = q + 1$. Значит, p и q — два простых числа, отличающиеся на 1. Такая пара чисел всего одна: $p = 3$ и $q = 2$ (так как единственное чётное простое число — это 2).

Ответ: $p = 3$, $q = 2$.

7. Допустим, такой тетраэдр $ABCD$ существует. Заметим сначала, что из одной вершины не может выходить три равных ребра. Действительно, если $AB = AC = AD$, то, так как среди отрезков BC, BD и CD есть хотя бы два равных ($\triangle BCD$ — равнобедренный), то среди треугольников ABC, ABD, ACD есть хотя бы два равных.

Далее заметим, что две соседние грани — равнобедренные треугольники, не могут иметь общее основание[1]. Действительно, если $AB = AC$ и $DB = DC$, то треугольники ADB и ADC равны.

Теперь заметим, что ни один из треугольников не может быть равносторонним. Действительно, если $AB = BC = AC$, то хотя бы одно из рёбер AB, BC, AC является основанием в обоих содержащих его треугольниках (почему?).

Далее, без ограничения общности можно считать, что $AB = AC$, $BC = BD$. Тогда, так как $AD \neq AB$, то $AD = BD$. Аналогично, $DC = AB$. Следовательно, треугольники ABC и ACD равны.

Следовательно, такого тетраэдра не существует.

Критерии проверки и награждения. Статистика

На конкурсе по математике применялась традиционная для многих математических соревнований в Москве система оценок

$$+! \;\; + \;\; +. \;\; \pm \;\; +/2 \;\; \mp \;\; -. \;\; - \;\; 0$$

Оценки $+! \;\; + \;\; +. \;\; \pm$ означают, что задача решена верно. Дополнительные «пояснения», которые ставятся рядом со знаком $+$ (восклицательный знак, точка или знак $-$) — это способ обратить внимание школьников на то, что решение задачи было очень хорошим ($+!$), содержало незначительные недочёты ($+.$) или более серьёзные недостатки ($\pm$). Оценка $+/2$ означает, что задача решена примерно наполовину, оценка $\mp$ показывает наличие существенных продвижений в неверном решении, $-.$ означает неверное решение и незначительные продвижения, оценка $-$ ставится за полностью неверное решение (верные утверждения в решении, никак не помогающие решить задачу, при этом не учитываются), знаком 0 условно отмечаются задачи, решения которых в работе не записаны.

Некоторое представление о сложности задач даёт статистика оценок. В таблице по каждой задаче в тех классах, для которых эта задача была предназначена, считались все оценки, в более младших классах — только положительные

[1]Сторону треугольника будем называть основанием в случае, если две другие стороны этого треугольника равны между собой; у равностороннего треугольника все стороны называются основаниями.

оценки (+! + +. ±), а оценки, полученные участниками более старших классов — не учитывались (все эти задачи, конечно же, были проверены, и участникам сообщены результаты, но для статистики эти результаты неинтересны). В таблице учтены только данные по работам, написанным в Москве (такая статистика даёт достаточно полное представление о сложности задач).

номера задач	1	2	3	4	5	6	7
классы	6–7	6–9	6–11	8–11	8–11	10–11	10-11
участников в этих классах	719	2307	3729	3010	3010	1422	1422
всего учтённых оценок	727	2308	3743	3011	3011	1586	1432
+!	0	0	0	4	0	0	0
+	116	6	2162	72	95	361	89
+.	4	1	28	0	1	6	1
±	167	20	127	51	54	312	73
+/2	0	0	1	0	0	0	0
∓	150	167	39	5	6	34	173
−.	1	1	2	3	0	1	4
−	191	785	1129	1836	1626	424	558
0	98	1328	255	1040	1229	448	534

Как видно из таблицы, самой трудной для школьников оказалась вторая задача (про дроби). Конечно же, эта задача совсем не сложная математически, но для её решения требуется аккуратность и полезна сообразительность. А иначе легко наделать ошибок и запутаться. Геометрические задачи (№ 4, 5 и 7) математически существенно сложнее, но хороших оценок за них оказалось существенно больше.

Критерии награждения.

Класс	Грамота за успешное выступление на конкурсе по математике	Балл многоборья
7 и младше	Решена хотя бы одна задача.	Не присуждается.
8	Решены хотя бы две задачи или решена хотя бы одна задача из 6–7	Решена хотя бы одна задача.
9	Решены хотя бы две задачи из 2–7.	Решена хотя бы одна задача из 2–7.
10	Решены хотя бы две задачи из 3–7.	Решена хотя бы одна задача из 2–7.
11 или ср. проф. обр.	Решены хотя бы две задачи из 3–7.	Решена хотя бы одна задача из 3–7.

(задача считается решённой, если за неё поставлена одна из оценок +! + +. ±)

Статистика результатов конкурса по математике по классам (по работам, написанным участниками турнира в Москве).

класс	всего участников	конкурс по математике			
		участников	грамоты (v)	баллы многоборья (e)	остальные участники
2	1	0	0	0	0
3	1	0	0	0	0
4	3	1	1	0	0
5	60	39	16	0	23
6	183	147	77	0	70
7	693	572	372	0	200
8	953	745	84	371	290
9	1142	843	139	419	285
10	1194	870	301	357	212
11	796	551	246	200	105
ср. проф.	2	1	0	1	0
Всего	5028	3769	1236	1348	1185

КОНКУРС ПО МАТЕМАТИЧЕСКИМ ИГРАМ

Условия игр

Конкурс по математическим играм проводится для школьников не старше 8 класса. Для решения советуем выбирать игры, которые вам интереснее и понятнее.

1. «Сумма цифр»

Дано многозначное число, например 999. Вычисляется его сумма цифр (в данном случае 27) и начинается игра. Первый игрок называет любое число от 27 до 999 (27 называть можно, а 999 — нет). У этого числа считают сумму цифр, затем второй игрок называет любое число, меньшее названного и не меньшее его суммы цифр, и так далее. Тот, кто не может ходить, проигрывает. Кто победит при правильной игре? Как зависит ход игры от первоначального числа?

2. «Последняя конфета»

В коробке лежат конфеты, которых

а) 57

б) 50

в) 1000

г) $N > 1$

Играют двое, ходят по очереди. За один ход каждый может взять себе любое число конфет, соблюдая два правила: правило вежливости — нельзя брать конфет больше, чем только что взял противник, и правило честности — первым ходом нельзя брать сразу все конфеты. Победившим считается взявший последнюю конфету. Кто выиграет при правильной игре?

3. «Красим полоску»

Дана полоска $1 \times n$ и запечатанные тюбики с красками. Два игрока по очереди красят по одной незакрашенной клетке полоски в любой цвет, распечатывая, если пожелают, тюбик с новой краской (тюбиков много). Требуется, чтобы соседние клетки были окрашены в разные цвета. Когда вся полоска окрасится, определяется проигравший — им станет тот, кто последним распечатывал тюбик. Кто победит при

а) $n = 15$?
б) $n = 20$?
в) $n = 10$?

Для каких ещё первоначальных (сравнительно больши́х) длин полоски Вы сможете указать метод беспроигрышной игры для какого-то из игроков?

4. «Красим широкую полоску»

Правила те же, что и в предыдущей игре, только теперь дана полоска размером $4 \times n$. Соседними считаются клетки с общей стороной. Кто победит при правильной игре? Придумайте (если сможете) стратегию игры какого-то из игроков на полоске иной ширины (не 1 и не 4).

5. «Кусочек шоколадки»

Есть шоколадка, разделённая бороздками на квадратные дольки. Играют двое. Первым ходом нужно сломать шоколадку вдоль бороздки на две части. Далее соперник ломает одну из получившихся частей, потом одну из частей снова ломает первый и так далее. Тот, кто отломит кусочек в одну дольку, победитель. Кто выиграет при правильной игре? Рассмотрите случаи таких размеров шоколадки:

а) 3×7 долек;
б) 5×12 долек;
в) 7×7 долек.

Для каких ещё первоначальных (сравнительно больши́х) размеров шоколадки Вы сможете указать метод беспроигрышной игры для одного из игроков?

6. «Крестики-нолики на новый лад»

На поле 5×5 играют двое. Каждый ставит своим ходом в любую клетку крестик или нолик. Тот, кому удалось поставить три любых знака в ряд (по горизонтали, вертикали или диагонали), победитель. Если это никому не удалось, а свободные поля кончились — ничья. Кто из игроков может гарантированно победить и как ему следует для этого играть?

Решения математических игр

Конкурс «Математические игры» традиционно был адресован учащимся восьмого и более младших классов, и ребята с интересом играли между собой и с ведущими в тех местах проведения Турнира, где подобную интерактивность удалось организовать. Однако задания в этом году оказались довольно сложными и представили бы интерес и для старшеклассников. Как обычно, у маленьких участников конкурса возникли сложности с изложением стратегии, в огромном

большинстве работ просто написано, кто победит по мнению автора работы, приведены примеры партий. Невольно соотнося предлагаемые в задании достаточно условные и схематично-упрощённые математические игры с реальными, более богатыми возможностями, ребята ставили исход игры в зависимость от психологии и интеллекта игрока, взаимоотношений соперников. Вот характерные строки из работ: «Скорее всего ты проиграешь, если играешь с умным соперником», «Ошибка соперника и Ваша внимательность — ключ к успеху».

В результате проверки работ участникам выставлялись баллы как за полные решения задачи или её пунктов, так и за определённые продвижения в решении. Набравшие не менее 15 баллов стали победителями, получившие от 10 до 14 баллов были признаны достигшими в конкурсе неплохих результатов.

Игра № 1. («Сумма цифр»)

Эта игра исследуется так называемым методом выигрышных и проигрышных позиций. Позицией в игре служит данное первоначально или же названное только что соперником число. Ясно, что все однозначные числа проигрышны, так как нельзя сделать ни одного хода по правилам. Числа от 10 до 18 включительно выигрышные, так как есть возможность назвать однозначное число. Число 19 представляет из себя проигрышную позицию, поскольку мы вынуждены называть двузначное число, меньшее 19, а потом наш соперник выиграет, назвав однозначное. Аналогично числа от 20 до 298 выигрышные (мы можем назвать 19). Число 299 проигрышное. Следующее проигрышное число определяется как наименьшее с суммой цифр более 299. Оно 34-значное, первая цифра в нём тройка, а остальные девятки. Все числа от 300 до этого числа выигрышные, в том числе и заданное в условии в качестве примера число 999. Стало быть, при первоначальном 999 победит первый игрок. Он должен назвать 299, затем после любого хода соперника назвать 19, а потом 9. Конечно, порой можно победить и быстрее, но указанный алгоритм сработает наверняка.

За полное решение задачи давалось 15 баллов, упомянувший число 299 получал по крайней мере 10 баллов, за упоминание числа 19 или соображение «однозначные числа проигрывают» давалось 2 балла.

Игра № 2. («Последняя конфета»)

Эта игра, привлекающая простотой правил и интересным ответом, может быть дана и как остроумная олимпиадная задача. Ясно, что в случае нечётного N первый выигрывает, деликатно беря 1 конфету. Для чётного числа так делать нельзя, более того, никто из игроков не должен брать нечётное число конфет, иначе второй выиграет, беря 1 конфету. Значит, все ходы будут состоять во взятии чётного числа конфет. Тогда разделим конфеты на пары и «склеим» конфеты по две. Такая процедура не помешает никому делать ходы и сведёт задачу ко вдвое меньшему числу «двойных конфет». Тем самым случай $2N$ конфет сводится к N конфетам (первый победит, беря две, то есть одну пару). А случай 1000 конфет последовательно сводится к 500 (сдвоенных), 250 (счетверённых), 125 («свосьмерённых») конфет, соответственно, первый победит, беря 8 конфет. Итак, при чётном N нужно брать первым ходом 2^k конфет, где 2^k — максимальная степень двойки, на которую делится N. Далее оба соперника будут брать по стольку, а первый, кто отступит от этого правила, будет наказан соперником,

который возьмёт число конфет, равное меньшей степени двойки, перейдя тем самым на «стратегию более низкого уровня». Может показаться, что первый победит всегда, но это не так: если N само является степенью двойки, первый не сможет следовать указанной стратегии (тогда пришлось бы нарушить правило честности) и проиграет, так как на ход второго это правило уже не распространяется.

За полное решение задачи ставилось 20 баллов, 15 баллов получали те, кто не учитывал, что 2^k — исключение, за пункт *в*, как и за идею брать степени двойки без обработки, начислялось 10 баллов, за пункт *б* давалось 5 баллов, а если его решение переносилось на все чётные N, то 4 балла, пункт *а* оценивался в 3 балла.

Игра № 3. («Красим полоску»)

Почему-то очень многие участники решили, что игроки красят клетки полоски подряд. Из условия это никак, однако, не следует, а игра при таком предположении становится совсем неинтересной.

В пункте *а*, как и вообще при любом нечётном n первого игрока выручает симметричная стратегия. Первый игрок должен красить центральную клетку и симметрично отвечать на ходы партнёра (то есть красить симметричную клетку тем же цветом). Тогда новый тюбик всегда будет начинать второй игрок.

При $n = 4k$ (например, для пункта *б*) известна стратегия для второго игрока. Именно, пусть начинающий сделал первый ход. Одну из крайних клеток он не закрасил, дадим ей номер 1, соседней 2 и так далее до $4k$. Тогда отделим мысленно клетку 1, и на оставшемся поле ответим и будем в дальнейшем отвечать сопернику симметрично относительно середины оставшегося поля — клетки с номером $2k+1$, причём клеткой, симметричной клетке $2k+1$ будем считать клетку 1. При этом отвечать будем тем же цветом, а при ходе в 1 или $2k+1$ — цветом с минимально возможным номером (цветом № 1 или № 2). При такой игре второй теоретически может проиграть, только выбирая цвет (открывая тюбик) № 2 первым. Но это значит, что либо клетки 2 и $2k+1$, либо клетки 1 и $2k$ покрашены в цвет 1. Однако обе пары разной чётности, поэтому третий цвет непременно потребуется.

Для случая $n = 4k+2$ составители задания полного решения не знают. Перебором можно убедиться, что второй игрок побеждает при $n = 10$.

По 5 баллов начислялось за каждый пункт, 5 баллов добавлялось за обобщение *а* на любое нечётное n.

Игра № 4. («Красим широкую полоску»)

В прямоугольнике $4 \times n$ побеждает второй, если будет красить в тот же цвет, что и противник, клетку в том же столбце через одну строку.

Симметричная стратегия относительно центральной клетки работает для любых прямоугольников с обеими нечётными сторонами. Прочие варианты составителями задания не исследованы.

Присуждалось 5 баллов за нечётносторонние прямоугольники, 15 баллов за разбор случая $4 \times n$.

Игра № 5. («Кусочек шоколадки»)

Играя в эту игру, в первую очередь замечаешь, что некоторые куски шоколадки (с размерами 2×2, 2×3, 3×3) ломать нельзя, иначе твой соперник немедленно выиграет. И вообще, нельзя ломать шоколадку поперёк стороны длиной 2 или 3. Соответственно, в пункте *а* есть только два (с точностью до симметрии) возможных первых хода, после чего у противника остаётся ровно один безопасный ход, далее первому можно сдаваться. В пункте *б*, как и вообще в случае, когда хотя бы одна сторона шоколадки чётная и отличная от двух, первый для победы может воспользоваться симметрией: сначала сломать шоколадку пополам, а потом зеркально повторять ходы противника, сделанные на одной половине шоколадки, на другой её половине. В случае двух нечётных сторон решение составителям неизвестно. В пункте *в* первый может сделать два различных начальных хода, но в любом случае после этого на одной части шоколадки (меньшей, ширины 2 или 3) останется 2 безопасных хода, на другой (большей, ширины 5 или 4) — 5 безопасных ходов, так что последний ход будет за соперником, и первый проиграет.

Соображения о том, что куски 2×2, 2×3, 3×3 ломать невыгодно, оценивалось в 2 балла, случаи *а, б, в* оценивались в 3, 4 и 5 баллов соответственно, за разбор общего случая шоколадки с нечётной стороной к пункту *б* добавлялось 5 баллов.

Игра № 6. («Крестики-нолики на новый лад»)

Эта игра стала самой популярной, про неё написали практически все. Но, как ни старались авторы в условии ясно написать, что каждый игрок вправе ставить *любой* знак — и крестик, и нолик(!), — многие этого не поняли, и играли по обычным правилам «крестиков-ноликов», что на таком большом поле позволяет крестикам легко выиграть.

По указанным в условии («настоящим») правилам побеждает первый игрок, который ставит первый знак (всё равно какой) в центр, а дальше ставит тот же знак, что и противник, в симметричную относительно центра поля клетку, если только он своим ходом не может сразу выиграть (если может, то выигрывает, конечно).

При этом ничья не возникает: допустим, что доска заполнена, в центре ход сделан крестиком, тогда ни в какой клетке вокруг центральной не может быть крестика (тогда первый игрок сразу поставил бы крестик напротив и победил), а значит там нолики, а тогда есть три нолика в ряд.

Второй игрок ни в какой момент выиграть своим ходом тоже не может. Докажем это. Предположим, что второй игрок поставил, например, крестик и выиграл, выложив финальную фигуру из трёх крестиков. Первый своим предыдущим ходом не мог сразу выиграть, возможность выиграть появилась только сейчас (после хода первого игрока), значит поставленный первым игроком знак (роковой знак) участвует в выигрышной (финальной) фигуре, и этот знак — крестик. Раз первый не мог выиграть, значит фигура, симметричная финальной фигуре, не могла быть построена, чего-то не хватало. Не хватать могло лишь рокового крестика (все остальное стоит симметрично). Раз роковой знак участвует в фигуре, симметричной финальной, значит знак, симметричный роковому

(предпоследний ход второго) участвует в финальной фигуре. Итак, в финальной тройке участвуют два центрально-симметричных знака — значит она проходит через центр и стала тройкой ещё после хода первого. Первым тройку построил всё-таки первый! Получилось противоречие, то есть предположение о том, что второй игрок может выиграть — неверное.

За неясные (но не явно неверные) соображения о симметрии автор работы получал 3 балла, 5 баллов давалось за описание центрально-симметричной стратегии без слов о том, что нужно ей изменить при возможности немедленно выиграть, 6 баллов, если такое действие описано, 8 баллов, если ещё есть и доказательство отсутствия ничьих.

Поскольку эта задача стала самой популярной, большинство забавных высказываний школьников тоже относится к ней. Приведём некоторые из них: «Крестик из атаки пошёл в оборону, и так будет всегда», «Победит тот, кто ходит первым, стратегии особой не надо», «Крестик ходит первым и может поставить себя в любом месте». Очень запомнилась работа на двойном листе, испещрённом примерами партий без каких-либо пояснений, а внизу крупными буквами надпись: «СМЫСЛ В ЛОГИКЕ».

Составители согласны, что в логике заключён глубокий смысл, желают читателям побед в играх и не только, будут очень признательны, если кто-то сообщит им решения игр, не разобранных в этой статье, и в заключение называют авторов предложенных заданий: игру № 1 предложил Беньямин Коган, игру № 2 — Варвара Даревская, игры №№ 3, 4 — Александр и Михаил Шаповаловы, игру № 6 — Александр Чеботарёв. Игра же № 5 — математический фольклор — она известна давно, и автор её забыт.

Статистика результатов конкурса по математическим играм (по работам, написанным участниками турнира в Москве).

класс	всего участников	конкурс по математическим играм			
		участников	грамоты (v)	баллы многоборья (e)	остальные участники
2	1	0	0	0	0
3	1	1	0	0	1
4	3	2	0	0	2
5	60	22	0	0	22
6	183	72	1	1	70
7	693	183	5	4	174
8	953	194	8	16	170
Всего	1894	474	14	21	439

КОНКУРС ПО ФИЗИКЕ

Задания

В скобках после номера задачи указаны классы, которым эта задача рекомендуется. Ученикам *7 класса и младше* достаточно решить **одну** «свою» задачу, ученикам *8 класса и старше* — **две** «своих» задачи. Решать остальные задачи тоже можно.

1. (6–7) Строитель поднимает груз с помощью верёвки и двух одинаковых блоков (смотрите рисунок). Какой блок (1 или 2) при этом крутится быстрее? (Блок — это колёсико с канавкой для верёвки.)

2. (6–8) Стенки промышленных дымовых труб обычно специально делают так, чтобы они плохо проводили тепло. Зачем (всё равно всё тепло вместе с дымом «вылетит в трубу»)?

3. (6–11) На столе стоят две большие пластиковые бутылки с газированной водой: одна самая обычная (купили в магазине и больше с ней ничего не делали), другая хранилась в холодильнике, и часть воды в ней превратилась в лёд. Когда открыли первую бутылку, ничего необычного не случилось, а при открывании второй бутылки все, кто был рядом, оказались облитыми мощной струёй газированной воды. Объясните, почему лёд так «вредно» действует на бутылку.

4. (7–10) Вдоль длинной улицы стоят столбы с фонарями. На первом и последнем столбах — выключатели. Каждый вечер сторож фонари включает, каждое утро выключает, причём и то и другое может сделать любым выключателем (например, тем, до которого ближе). Нарисуйте, как должны быть устроены выключатели и как их нужно подключить.

5. (9–10) Почему на улице в прохладную туманную погоду легче простудиться, чем при такой же температуре воздуха, когда тумана нет?

6. (10–11) Во многих старых электроприборах самого разного назначения используется такая деталь: тонкая стеклянная трубочка (внутренний диаметр примерно 1/4 мм), почти полностью заполненная ртутью (небольшой участок трубочки вместо ртути заполнен водным раствором иодида серебра AgI_2). Вдоль трубочки — шкала с делениями. Во время работы прибора через трубочку пропускается постоянный электрический ток. Что при этом будет происходить в трубочке? Как вы думаете, для чего такая деталь нужна?

Примечание. В условии этой задачи содержится ошибка — см. разъяснение в решении на стр. 766.

7. (8–11) Немецкий физик Вильгельм Феддерсен в 1857 году построил прибор для изучения электрических разрядов (искр) в воздухе. В одном из опытов Феддерсена, например, оказалось, что время свечения искры было 0,000025 секунд,

и эта искра состояла из нескольких последовательных вспышек продолжительностью примерно 0,000005 секунд. Как Феддерсену удавалось измерить такие короткие промежутки времени (никаких точных часов в середине 19 века, разумеется, не было)?

Предложите любой способ определения продолжительности свечения искры, использующий только технику, доступную, по вашему мнению, экспериментаторам того времени.

8. (9–11) На небольшой горной речке построили гидрэлектростанцию. После этого экологи обследовали речку в 1 км от электростанции ниже по течению и не заметили никаких изменений (скорость течения и количество воды были такими же). Откуда берётся энергия для выработки электричества и куда эта энергия девалась раньше, до постройки электростанции?

9. (9–11) Тело, не имеющее начальной скорости, начинает двигаться по прямолинейной траектории с переменным ускорением a, которое в каждой точке траектории пропорционально расстоянию x от данной точки до места начала движения (то есть $a(x) = Kx$). Найти зависимость скорости тела v от пройденного пути x.

10. (9–11) Имеется схема с тремя выводами, состоящая только из резисторов (и проводов). Выводы пронумерованы: 1, 2, 3. Электрическое сопротивление, измеренное между выводами 1 и 2, равно R_{12}. Аналогично, сопротивление между выводами 1 и 3 равно R_{13}, сопротивление между выводами 2 и 3 равно R_{23}. Может ли оказаться, что $R_{13} > R_{12} + R_{23}$?

11. (9–11) Девушка хочет полюбоваться увеличенным изображением своего лица с помощью плоского зеркала и увеличительного стекла (двояковыпуклой линзы). Как и где нужно расположить линзу? Объясните, почему предложенный вами вариант годится.

12. (10–11) Металлический стержень подвешен горизонтально за два конца: один конец — на пружинке (или резинке), другой — на нитке. Масса стержня равномерно распределена по его длине. Если нитку обрезать, то, казалось бы, нагрузка на резинку должна возрасти и конец стержня, к которому она привязана, должен тут же начать падать вниз. Однако на самом деле он, наоборот, «подпрыгивает». Укажите ошибку в рассуждениях и объясните, что на самом деле происходит.

Ответы и решения к заданиям конкурса по физике

1. Ко времени, когда строитель поднимет груз до самого верха, через блок № 2 перемотается участок верёвки, показанный на рисунке (см. след. стр.) прерывистой линией, а за это же время через блок № 1 перемотается только часть этого участка (та, что на рисунке показана линией с длинными штрихами).

Второй блок, чтобы успеть перемотать через себя больше верёвки, должен крутиться быстрее.

2. Дым обычно бывает достаточно горячим (температура явно больше 100 °C, может оказаться и больше 300 °C. Понятно, что без хорошей теплоизоляции в зимнее время часть поверхности трубы будет иметь положительную температуру. В местах с нулевой температурой (которые в таких случаях интенсивно перемещаются по поверхности в зависимости от температуры на улице, скорости ветра, температуры дыма в трубе, интенсивности его выброса и множества других причин) будут расти сосульки. На поверхности с положительной температурой, разумеется, налипает снег. От сосулек и наледей никакой пользы нет, зато они создают дополнительную нагрузку на несущие конструкции трубы, при падении могут причинить вред оборудованию и обслуживающему персоналу, делают практически невозможным восхождение на трубу в случае необходимости ремонта.

Вторая причина — создание «тяги»[1]. Давление в трубе не может сильно отличаться от атмосферного (так как труба сообщается с атмосферой). Поэтому чем больше температура в трубе, тем меньше там концентрация молекул газов ($p = nkT$) и, соответственно, меньше плотность. Если плотность газов в трубе оказывается меньше плотности атмосферы — содержимое трубы начинает «всплывать» («взлетать»).

Теперь разберём всё более подробно. Формула $p = nkT$, разумеется, верна. Точнее, она описывает модель идеального газа. Однако в трубе значительно бóльшие проблемы создаст не отклонение свойств газообразной составляющей дыма от свойств идеального газа, а наличие твёрдых частиц (сажа, копоть и т. п.) — их плотность (сколько бы их не нагревать) всё равно не станет меньше плотности атмосферы. Для удаления таких частиц из трубы в потоке газообразной составляющей дыма плотность этой газообразной составляющей нужно уменьшить не до величины, определяемой в соответствии с формулой $p = nkT$, а с больши́м запасом.

Отметим, что для большинства промышленных процессов важна не только их принципиальная осуществимость, но и стабильность и предсказуемость. Поэтому просто понижения средней плотности дыма по сравнению с плотностью атмосферы всё равно недостаточно. Если дым будет выходить из трубы не очень устойчиво, то и дело по случайным причинам «проваливаясь» обратно — это, как минимум, нежелательно, а также может привести к серьёзным авариям.

В качестве таких внешних случайных причин можно назвать почти любое изменение погоды (кроме изменения температуры и скорости ветра, которые мы уже называли, это может быть, например, дождь — на нагревание и испарение дождевой воды на внешнюю поверхности трубы потребуется много энергии, что приведёт к охлаждению дыма).

[1] Технологические процессы, в которых удаление продуктов горения осуществляется не за счёт тяги, а за счёт избыточного (по сравнению с атмосферным) давления продуктов сгорания, также бывают, но они существенно более сложные, опасные, и, как правило, менее экономичные.

Наконец, если в сильный мороз температура дыма в какой-то части трубы (или рядом с концом трубы) окажется меньше 100 °C, это приведёт к образованию капелек воды, что тоже нежелательно (у капелек больше плотность, чем у водяных паров, они будут оседать как на внутренних, так и на внешних стенках, способствуя, соответственно, отложению сажи и росту сосулек), а также к плохопрогнозируемым эффектам, связанным с выделением тепла при конденсации воды (образованию капелек) и затратами тепловой энергии на их испарение.

Также регулярные изменения температуры (а, как мы убедились выше, поддерживать постоянной температуру трубы и вообще большого сооружения, находящегося на открытом воздухе, практически нереально) будут приводить к постоянным растяжениям-сжатиям элементов конструкции трубы и их износу. Ещё сильнее этот эффект будет проявляться под действием воды (дождь), регулярно попадающей в трещины и затем испаряющейся (и тем более расширяющей трещины при замерзании в зимнее время).

У труб со стенками с хорошей теплопроводностью преимуществ вроде бы нет (разве только экономические, связанные с затратами на теплоизолирующие материалы и конструкции — эти затраты должны разумно сопоставляться с последующими неприятностями за время службы трубы).

3. Газированная вода — это вода, в которой растворён углекислый газ.

В растворённом виде он практически не занимает «лишнего» места (плотности обычной и газированной воды отличаются очень мало).

Закрытая бутылка с газировкой находится в состоянии равновесия — давление там такое, что оно мешает образовываться пузырькам (случайно образовавшиеся пузырьки растворяются обратно).

После открывания бутылки (в результате чего давление снижается) образовавшиеся пузырьки так и остаются пузырьками, занимая вместе с водой дополнительное место. После образования пузырёк, *если ему ничего не мешает*, всплывает и лопается на поверхности воды (после чего, естественно, уже не занимает место внутри воды). При комнатной температуре пузырьки образуются и растут не очень быстро; объёма уже образовавшихся, но ещё не всплывших пузырьков обычно бывает недостаточно для того, чтобы вода (вместе с этими пузырьками) перестала помещаться в бутылке и вылилась через край. (Это может случиться, если перед открыванием бутылки газированная вода была нагрета; с увеличением температуры растворимость углекислого газа снижается — пузырьки образуются интенсивнее и растут быстрее).

Лёд, находящийся в бутылке, мешает всплывать пузырькам. Обычно вода замерзает неравномерно и лёд оказывается рыхлым, в этих рыхлостях пузырьки и застревают. Даже если льда в бутылке совсем немного, он, естественно, плавает сверху и всё равно мешает пузырькам попасть на поверхность. В результате суммарный объём пузырьков и жидкости превышает объём бутылки и вода выливается через край.

Рассчитаем, сколько же углекислого газа содержится в газировке и сколько места он занимает.

В газированной воде растворено примерно 0,5–0,7% (по массе) углекислого газа (эти данные можно прочитать на этикетках бутылок с газированной водой, найти в интернете в описаниях автоматов, продающих газированную воду, и т. д.).

Определим плотность углекислого газа при нормальных условиях. 1 моль углекислого (и любого другого) газа при нормальных условиях с интересующей нас точностью занимает 22,4 литра. Молярная масса углекислого газа $M_{CO_2} = 44$ г/моль. В стандартной бутылке масса газированной воды составляет 2 кг, масса углекислого газа — $0,7\%$ от этой величины, т. е. $0{,}007 \cdot 2$ кг $= 0{,}014$ кг $= 14$ г. Объём, занимаемый таким количеством углекислого газа, равен

$$V = (22{,}4 \text{ л/моль}) \cdot (14 \text{ г})/(44 \text{ г/моль}) \approx 7{,}13 \text{ л},$$

то есть примерно в 3,5 раза больше объёма двухлитровой бутылки.

4. Например, вот так:

Или вот так:

Второе решение — более красивое, однако менее подходящее именно для фонарей (придётся тянуть вдоль всей линии два провода, соединяющих выключатели). Но в других ситуациях (например, люстра, включающаяся/выключающаяся как изнутри, так и снаружи комнаты) такая схема может оказаться более подходящей.

5. Туман представляет собой взвесь в воздухе очень маленьких капелек воды. Туман — система очень неустойчивая, при незначительном изменении влажности или температуры (например, при восходе Солнца) капельки быстро испаряются. То же самое происходит и в лёгких человека. Энергии на испарение организмом расходуется много (удельная теплота парообразования воды большая), намного больше, чем при вдыхании (и последующем нагревании в лёгких) холодного воздуха без капель воды; заметного же для человека изменения температуры (и субъективного ощущения холода) не возникает, что не даёт возможности вовремя среагировать на ситуацию.

6. Это индикатор времени работы прибора. В процессе электролиза ртуть растворяется с одной стороны и выделяется из раствора с другой стороны, в результате капля раствора перемещается по трубке. Характерная скорость — 0,1 мм/год. Такой индикатор обладает достаточно хорошей точностью — перемещение капли определяется практически только прошедшим зарядом и почти не зависит от других причин.

Замечание: В процессе окончательного редактирования текста заданий по физике в условие этой задачи вкралась ошибка. А именно, сначала в формуле HgI_2 была сделана опечатка (формула «превратилась» в AgI_2). Затем другой сотрудник жюри, не заметив подвоха и решив, что не все школьники хорошо знают химию, добавил «пояснение»: «иодида серебра».

На самом деле вещества AgI_2 при нормальных условиях (соответствующих ситуации задачи) не бывает, формула иодида серебра — AgI. Заполнить участок трубочки «водным раствором иодида серебра» в любом случае не получится, так как AgI не растворяется в воде.

Эта ошибка оказалась очень «живучей», жюри заметило её только через неделю после турнира, на разборе задач. Приносим всем участникам турнира извинения за свою оплошность (впрочем, несколько школьников всё же заметили «нестыковки», в основном про растворимость — не зря же таблица растворимости выдавалась на конкурсе по химии; некоторые участники турнира даже угадали правильное условие).

История с этой задачей — наглядный пример синтеза химических веществ не в результате химических или ядерных реакция, а просто по невнимательности при редактировании текста. Некоторые такие «вещества» оказываются очень «устойчивыми» и существуют годы и даже десятки лет...

При проверке этой задачи все неоднозначные ситуации, связанные с этой ошибкой, трактовались в пользу участников.

7. Феддерсен использовал быстро вращающееся (со скоростью примерно 100 оборотов в секунду) зеркало, отбрасывающее отражение искры на фотопластинку. В каждый момент времени свет, испускаемый искрой, направлялся зеркалом на определённый, соответствующий именно этому моменту времени, участок фотопластинки. Если в какой-то момент времени было свечение, то соответствующий участок фотопластинки оказывался засвеченным. Если же свет на участок фотопластинки не попал — это значит, что в данный момент был перерыв между вспышками. Такой метод наблюдения (фиксирование информации о состоянии объекта в разные моменты времени в разных местах, соответствующих этим моментам времени) называется развёрткой по времени.

Единственное изображение, получающееся в результате описанного эксперимента, которое нам удалось найти, было взято в интернете по адресу http://radiomuseum.ur.ru/index1.html (рис. 1). К сожалению, оно не очень хорошего полиграфического качества. Также, к сожалению, эта картинка не сопровождалась указанием на первоисточник, поэтому мы не можем утверждать, что это именно результат экспериментов Феддерсена, поставленных в 1857 году, а не результат более поздней реконструкции этих экспериментов.

Каждая горизонтальная полоса соответствует какому-то одному эксперименту. Белые пятна соответствуют отдельным вспышкам, чёрные — промежуткам между ними. Зная, с какой скоростью «зайчик» от искры, отбрасываемый вращающимся зеркалом на фотопластинку, по этой фотопластинке перемещается (эта скорость определяется взаимным расположением искры, зеркала и фотопластинки, а также скоростью вращения зеркала), и длину светлого пятна, можно умножить эту длину на эту скорость и узнать время свечения.

Рис. 1.

На фотографии, как можно понять, в каждый момент времени было зафиксировано не просто наличие или отсутствие свечения, но и информация о том, в каком именно месте искрового промежутка наблюдалось свечение.

Видно, что искра «целиком» (вся серия вспышек) ни в каком из экспериментов, представленных на публикуемых фотографиях, полностью на фотопластинку не поместилась. В некоторых случаях (например, самая нижняя полоса) наблюдаются попеременно чередующиеся пятна одинаковой формы, но по-разному ориентированные относительно направления верх–низ. Скорее всего в этих экспериментах наблюдался искровой разряд колебательного характера (после каждой вспышки направление электрического тока в искровом разряде менялось на противоположное). В результате таких колебаний излучаются радиоволны.

Описываемые эксперименты (сделанные на пределе технических возможностей тех времён, да и сейчас они не кажутся слишком простым) как раз и дали возможность догадаться о наличии этих колебаний, радиоволн, начать их

изучение и практическое использование (которое началось с изобретения радиотелеграфа, а затем — голосовой радиосвязи, радиолокации, телевидения,. . .). Об этом мы вам рекомендуем прочитать в книжке М. П. Бронштейна «Изобретатели радиотелеграфа» (или хотя бы прочитать отрывок из неё в журнале «Квант» № 2/1987, электронную версию см. http://kvant.mccme.ru).

И ещё одно замечание. Описанные эксперименты относятся к совершенно другой научной эпохе, совсем не похожей на ту, в которой мы живём. Культура экспериментальных измерений в те времена тоже была совершенно иной. Поэтому к полученные тогда численным значениям результатов экспериментальных измерений нужно относится с большой осторожностью. В частности, использованные в условии задачи времена длительности искры (0,000025 секунд) и составляющих её вспышек (0,000025) были взяты из вышеупомянутой книги М. П. Бронштейна. Скорее всего автор достаточно аккуратно отнёсся к публикуемым значениям, но доверять им можно только с вышеупомянутыми оговорками.

8. Энергия для выработки электричества, разумеется, берётся из разности потенциальных энергий воды, соответствующей разности уровней воды до и после плотины электростанции. До постройки электростанции эта потенциальная энергия расходовалась в основном на трение воды о дно и берега.

Заметим, что гидроэлектростанция использует далеко не всю кинетическую энергию протекающей воды. В самом деле, если мы заберём всю кинетическую энергию, то тем самым снизим скорость воды до нуля, а вода должна ещё как-то (то есть с какой-то скоростью) утекать с электростанции, а не накапливаться там.

Ориентировочное значение КПД гидроэлектростанции[1] (коэффициент полезного использования вещества, вовлечённого в энергетический процесс) составляет $1{,}9 \cdot 10^{-13}$.

Теперь, зная это обстоятельство, легко понять, что ГЭС влияет на энергетический баланс речки крайне незначительно и заметить эти изменения из-за их малости очень сложно. Например, прогрев воды в водохранилище на солнце может повлиять на температуру сбрасываемой в речку воды существенно сильнее.

9. *Замечание.* Условие задачи сформулировано не очень аккуратно. Упомянутое в условии задачи тело в начальный момент времени находится в состоянии равновесия (впрочем, неустойчивого) и само по себе никуда двигаться не начнёт.

Придумаем какой-нибудь способ перемещения тела в соответствии с указанными в задаче условиями. Пусть тело имеет массу $m > 0$. Будем действовать на это тело с переменной силой F. Как известно, $F = ma$. Следовательно,

$$a = \frac{F}{m} = Kx \Rightarrow F(x) = Kmx$$

[1] Информация найдена в интернете (http://ecoclub.nsu.ru/altenergy/confer/seminar5.shtm), возможно, она не совсем точна, но даёт правильное представление о распределении энергии в процессе работы ГЭС.

Работа, совершённая такой силой к моменту, когда тело окажется в точке с координатой x, равна

$$A = \frac{1}{2}(F(0) + F(x)) \cdot x = \frac{1}{2}Kmx \cdot x = \frac{Kmx^2}{2}$$

Эта работа равна кинетической энергии тела $E_к = \dfrac{mv^2}{2}$

Приравнивая выражения для работы силы и кинетической энергии, найдём скорость.

$$\frac{mv^2}{2} = \frac{Kx^2}{2} \Rightarrow v^2 = Kx^2 \Rightarrow v(x) = \sqrt{K}x$$

Этот ответ может показаться несколько удивительным: оказывается, если ускорение пропорционально расстоянию, то скорость увеличивается «не слишком быстро», а тоже оказывается пропорциональной расстоянию.

10. Не может. Решение. Создадим какую-нибудь ненулевую разность потенциалов между выводами 1 и 3. В результате в схеме возникнет какое-то распределение потенциалов. Соединим проводом (обозначим этот провод буквой P для удобства последующего упоминания) вывод 2 и все точки схемы, в которых потенциал такой же, как и на выводе 2. Если какие-то из этих точек оказываются «внутри» резистора — предварительно заменим все такие резисторы на цепочки из двух последовательно соединённых резисторов так, чтобы сумма сопротивлений была равна сопротивлению исходного резистора, а место их последовательного соединения имело нужный потенциал.

Соединение эквипотенциальных точек схемы проводом P (а также возможная предшествующая вышеупомянутая замена резисторов) никак не повлияет на сопротивление между точками 1 и 3.

Очевидно[1], что добавление провода в схему, состоящую только из резисторов, не может увеличить сопротивления между какими-либо точками схемы. В частности, R_{12} и R_{23} после выполнения вышеуказанных соединений не могли увеличиться (могли только остаться без изменений или уменьшиться). Обозначим эти новые значения через R'_{12} и R'_{23}.

Также очевидно, что провод P делит схему на два фрагмента, в одном из которых находится точка 1, в другом — точка 3, и из одного фрагмента в другой, перемещаясь по элементам схемы, нельзя попасть, не побывав на проводах, имеющих непосредственное (минуя резисторы) электрическое соединение с проводом P. Это следует из условий, в соответствии с которыми мы подключали провод: чтобы попасть из точки с начальным значением потенциала в точку с конечным значением потенциала, обязательно придётся побывать в точке с заданным промежуточным значением потенциала, а все точки с одним из таких промежуточных значений мы как раз и соединили проводом P.

В результате схема между выводами 1 и 3 фактически распалась на два последовательно соединённых фрагмента. Сопротивления этих фрагментов R'_{12}

[1] Обоснование этого утверждения всё же требуется, но оно скорее формальное, чем интересное и содержательное, поэтому здесь не приводится.

и R'_{23} не превосходят R_{12} и R_{23}. Соответственно, их сумма

$$R_{13} = R'_{12} + R'_{23} \leqslant R_{12} + R_{23}.$$

11. Например, увеличительное стекло можно поднести вплотную к зеркалу. Разберёмся с тем, что в этом случае получится.

Обычно увеличительное стекло устроено так, что его удобно располагать примерно посередине между глазами и рассматриваемым предметом. Конечно, наиболее удобное расположение линзы в каждом случае зависит от многих причин — особенностей зрения, выполняемой работы, освещённости, настроения человека и т.п. Дальше, чтобы не разбирать в решении все эти вопросы, мы просто объясним, почему система из зеркала и расположенной вплотную к нему линзы — это примерно тоже самое, что и система из наблюдателя, объекта наблюдения и расположенной примерно посередине между ними лупы.

В самом деле, зеркало можно «заменить» на ещё одну линзу и девушку, расположенные симметрично «настоящим» линзе и девушке относительно зеркала. Линзы (оказавшиеся в этом случае расположенными вплотную) мы для простоты считаем тонкими (и вообще соответствующими всем приближениям школьной геометрической оптики). То есть нам важна только зависимость оптической толщины линзы от расстояния до оптической оси этой линзы. Поэтому две такие линзы (расположенные вплотную друг к другу) можно заменить одной, но изготовленной из материала с вдвое бóльшим коэффициентом преломления. Вот и получилась нужная нам оптическая система:

девушка (наблюдатель) — линза — симметричная девушка

Конечно, линзу мы немного «испортили», но это компенсируется изменением расстояния между девушкой и лупой.

Напомним, что фокусное расстояние f тонкой линзы, изготовленной из материала с коэффициентом преломления n, и имеющей поверхности с радиусами кривизны R_1 и R_2, определяется по формуле

$$f = \frac{1}{(n - n_0)(\frac{1}{R_1} - \frac{1}{R_2})}$$

(n_0 — коэффициент преломления среды, окружающей линзу, для воздуха почти точно равен 1).

Конечно, вариант расположения линзы вплотную к зеркалу — не единственно возможный. Но в условии задачи требовалось предложить хотя бы один вариант, что мы и сделали.

Если всё же расположить линзу не вплотную к зеркалу — в зависимости от соотношения параметров задачи возможность наблюдать своё увеличенное изображение может быть, а может и не быть; если такая возможность есть, то всё равно возникнут две проблемы.

1. В линзу «поместится» не всё лицо девушки, что хуже соответствует слову «любоваться» из условия задачи.

2. Придётся рассматривать двухлинзовую систему, что несколько сложнее (также придётся выбирать соответствующую для такого рассмотрения модель — скорее всего это будет школьная геометрическая оптика — а потом разбираться, насколько эта модель и полученные результаты соответствуют описанной в условии задачи ситуации).

12. Обозначим массу стержня через m и длину через l. Так как масса распределена по длине стержня равномерно, момент силы тяжести относительно центра стержня равен 0. Чтобы стержень не вращался вокруг своего центра, суммарный момент всех остальных сил (а это только силы натяжения пружинки и нитки) относительно центра стержня также должен быть равен 0, то есть эти силы натяжения равны (каждая из них, очевидно, равна $mg/2$).

Выясним, что будет происходить со стержнем сразу после перерезания нитки. Сила натяжения пружинки, очевидно, не изменится (она зависит только от длины пружинки) и останется равной $mg/2$. Сумма сил, действующих на стержень, будет равна $F = Mg - \dfrac{mg}{2} = \dfrac{mg}{2}$. Следовательно, центр (центр масс) стержня будет двигаться вниз с ускорением $a_0 = F/m = \dfrac{mg}{2}/m = \dfrac{g}{2}$.

Вращательный момент M относительно центра стержня создаётся только силой натяжения пружинки и равен $M = \dfrac{mg}{2} \cdot \dfrac{l}{2} = \dfrac{mgl}{4}$. Как известно, момент инерции (относительно центра масс) стержня длины l, имеющего равномерно распределённую по длине массу m, равен $I = \dfrac{1}{12}ml^2$. Угловое ускорение стержня (относительно центра стержня), создаваемое моментом силы натяжения пружинки, будет равно

$$\dot{\omega} = \frac{M}{I} = \frac{\frac{mg}{2} \cdot \frac{l}{2}}{\frac{1}{12}ml^2} = 3\frac{g}{l}$$

Линейное ускорение (в системе центра масс стержня) конца (к которому прикреплена пружинка) стержня, возникающее за счёт рассматриваемого вращательного движения, равно $a_1 = \dot{\omega}r = 3\dfrac{g}{l} \cdot \dfrac{l}{2} = \dfrac{3}{2}g$. Ускорение конца стержня в системе отсчёта, связанной с Землёй, равно векторной сумме ускорений системы центра масс и ускорения в этой системе: $\vec{a} = \vec{a_0} + \vec{a_1} = \dfrac{1}{2}\vec{g} - \dfrac{3}{2}\vec{g} = -\vec{g}$. То есть в первый момент после перерезания нити ускорение конца стержня (к которому прикреплена пружина) направлено вверх, и, с учётом того, что начальная скорость равна 0, этот конец стержня должен двигаться вверх, что и наблюдается экспериментально.

Статистика

Изучение физики в школе начинается только с 7 или 8 класса. Однако же свойства окружающего нас мира одинаковы для всех, и все мы сталкиваемся с разнообразными физическими явлениями постоянно — как до их изучения в школе, так и после. Поэтому здесь нет чёткого разделения задач по классам,

и намного интереснее другой вопрос — когда школьники начинают интересоваться физикой настолько, что им становится интересно участвовать в физическом конкурсе, и что у них получается. Статистика по классам[1], в какой-то мере позволяющая узнать ответы на эти вопросы, получилась такой:

класс	всего участников	конкурс по физике			
		участников	грамоты (v)	баллы многоборья (e)	остальные участники
2	1	0	0	0	0
3	1	1	1	0	0
4	3	0	0	0	0
5	60	7	4	0	3
6	183	26	10	4	12
7	693	263	77	82	104
8	953	527	70	115	342
9	1142	521	109	165	247
10	1194	491	62	129	300
11	796	272	47	61	164
ср. проф.	2	1	0	1	0
Всего	5028	2109	380	557	1172

Статистика оценок по задачам (по работам, написанным участниками в Москве, по всем классам, всего 2109 работ).

оценки	номера задач, количество оценок											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
+!	1	1	4	12	4	1	4	2	1	0	0	1
+	51	20	40	64	74	6	22	53	19	5	14	15
+.	14	11	28	4	68	3	13	22	5	0	5	9
±	50	53	126	7	111	6	13	65	8	15	11	24
+/2	111	112	489	9	201	9	17	116	10	15	19	32
∓	69	77	449	18	243	27	21	125	33	40	28	51
−.	15	73	183	25	136	35	20	88	35	33	51	76
−	437	453	496	889	474	243	266	314	411	211	433	500
0	1361	1309	294	1081	798	1779	1733	1324	1587	1790	1548	1399
⩾ ±	116	85	198	87	257	16	52	142	33	20	30	49

КОНКУРС ПО ХИМИИ

Задания

Участникам предлагается решить 2–3 задачи. После номера каждой задачи в скобках указано, каким классам она рекомендуется. Решать задачи не своего

[1] По участникам турнира в Москве.

класса разрешается, но решение задач для более младшего класса, чем Ваш, будет оцениваться меньшим количеством баллов. (На обороте задания были напечатаны для справочных целей таблица Менделеева и таблица растворимости.)

1. (7–8) На рисунке изображены четыре пробирки **А**, **Б**, **В**, **Г**. В пробирки было первоначально налито 3 мл воды, а затем в одну из них добавили 7 мл ацетона, во вторую — 7 мл гексана, в третью — 7 мл хлороформа, а в четвёртую — 7 мл подсолнечного масла и две капли средства для мытья посуды. Содержимое пробирок перемешали, затем их поместили в штатив и оставили на некоторое время. Определите содержимое каждой из пробирок. Что для этого нужно знать?

2. (7–8) Смесь водорода и хлора в закрытом сосуде при постоянной температуре облучали рассеянным светом. Через некоторое время содержание хлора уменьшилось на 20% по сравнению с исходным, а объёмные доли компонентов смеси в этот момент стали следующими: 60% хлора, 10% водорода и 30% хлороводорода. Каким был количественный состав исходной смеси газов?

3. (8–10) На рисунке изображена молекула нуклеозида аденозина. (в «углах» или «развилках», где не обозначен химический символ элемента, подразумевается атом C либо группа CH или CH_2, так, чтобы общая валентность углерода была равна четырём). Рассчитайте молекулярную массу этого вещества и массу одной молекулы в граммах? Какую часть от общей массы молекулы составляет масса всех содержащихся в ней атомов азота?

4. (8–10) Химику выдали для анализа раствор, в котором он обнаружил следующие ионы: Na^+ (92 мг/л), K^+ (156 мг/л), Cl^- (213 мг/л) и NO_3^-. Вычислите концентрацию нитрат-ионов (NO_3^-) в этом растворе. Из каких солей можно приготовить такой раствор? Рассмотрите все возможные варианты.

5. (9–10) Пластинку из неизвестного металла массой 7,8 г поместили в сосуд с разбавленной серной кислотой. Другую такую же пластинку из того же металла поместили в сосуд с концентрированной серной кислотой. Газ объёмом 3,12 л, выделившийся в одном из этих сосудов, собрали, смешали с равным объёмом тяжёлого жёлто-зеленого газа и облучили ультрафиолетовым светом. Полученную газовую смесь пропустили через раствор нитрата серебра, при этом начал выпадать белый творожистый осадок. Определите исходный металл. Напишите уравнения всех реакций. Объясните, почему в одном случае газ выделялся (в каком?), а в другом — нет.

6. (9–11) У молодого исследователя есть 10 мкл реактива **А** с концентрацией

15 ммоль/л. Ему необходимо добавить реактив в десять пробирок, содержащих по 1 мл реакционной смеси, так, чтобы в каждой пробирке реактив **А** находился в концентрации 10 мкмоль/л. Помогите ему это сделать, если у исследователя есть пипетка, которой можно набирать любой объём жидкости от 10 до 200 мкл, кратный 10 (т. е. 10, 20, 30 мкл и т. д.). Примечание: мкл = микролитр = 10^{-6} л, ммоль = миллимоль = 10^{-3} моль, мкмоль = микромоль = 10^{-6} моль.

7. (9–11) В колбу с азотной кислотой поместили кусочек металлической меди, после чего колбу закрыли пробкой с газоотводной трубкой. В результате реакции выделился бурый газ, который собрали в стеклянный сосуд. После охлаждения сосуда до 0 °C в нём обнаружили слабоокрашенную, почти бесцветную жидкость. Такой же кусочек меди поместили в другую колбу, также содержащую азотную кислоту. При этом снова выделился бурый газ, который аналогичным образом собрали в стеклянный сосуд. На этот раз после сильного охлаждения сосуда в нём оказалась ярко-синяя жидкость. Объясните наблюдаемые явления. Чем вызвано различие в результатах опытов (чем азотная кислота в первой колбе отличалась от азотной кислоты во второй колбе)? Напишите уравнения реакций.

8. (10–11) В 19 веке немецкий химик Либих предложил изготавливать стеклянные зеркала с серебряным покрытием. Разработанный им метод включал следующие операции. Сначала к водному раствору нитрата серебра добавляли водный раствор гидроксида калия. Полученный осадок отфильтровывали и перемешивали с водным раствором аммиака. Затем в полученный прозрачный раствор погружали стеклянный лист, одна из поверхностей которого была тщательно обезжирена, и добавляли формальдегид. В результате очищенная стеклянная поверхность покрывалась слоем металлического серебра. Напишите уравнения реакций, которые протекали в процессе изготовления зеркала.

9. (10–11) Какое строение может иметь углеводород состава C_5H_8? Изобразите возможные изомеры.

Решения задач конкурса по химии

Задачи и решения для конкурса по химии подготовили Софья Владимировна Лущекина и Зинаида Павловна Свитанько.

1. Рассмотрим, чем пробирки отличаются друг от друга. В пробирке **А** находится *однофазная система* — то есть границы раздела нет, две жидкости полностью смешиваются друг с другом. Из предложенных вариантов это возможно только для ацетона, так как именно он смешивается с водой в любых отношениях. Пробирки **Б** и **В** содержат *двухфазные системы* — граница раздела здесь есть. В чём же различие? Каждая из пробирок содержит 3 мл воды и 7 мл другой жидкости. Следовательно в пробирке **Б** вода представляет собой нижний слой, а в пробирке **В** — верхний. То есть в пробирке **Б** находится вещество, которое не смешивается с водой и плотность которого меньше плотности воды (поэтому оно располагается сверху). Из предложенных вариантов это — гексан. В пробирке **В** находится хлороформ — он не смешивается с водой, но его плотность выше плотности воды.

Таким образом, для решения задачи нужно знать растворимость жидкостей в воде и их плотность. И то, и другое можно попробовать предсказать из общих соображений, для которых, правда, надо знать формулы ацетона, гексана и хлороформа. Для растворимости обычно выполняется правило: «подобное растворяется в подобном». Молекула воды H_2O полярна. Следовательно в воде будут хорошо растворяться вещества, молекулы которых тоже полярны. Из предложенных веществ растворимость в воде имеет смысл ожидать для ацетона, формула которого $(CH_3)_2CO$. Можно заметить, что молекула ацетона содержит атом кислорода, что тоже способствует его растворимости в воде, так как этот атом кислорода может участвовать в образовании водородных связей с атомами водорода молекулы H_2O.

Предсказать плотность веществ тоже можно. Хлороформ $CHCl_3$ состоит из тяжёлых молекул, каждая из них содержит три атома хлора! Наоборот, гексан C_6H_{14}, который относится к классу углеводородов, содержит только атомы углерода и водорода, и его молекула представляет собой длинную цепочку. Такие вещества не смешиваются с водой и их плотность меньше, чем плотность воды.

Наконец, в пробирку **Г** было налито подсолнечное масло и добавлено средство для мытья посуды. Подсолнечное масло — это смесь молекул, но в каждой[1] их них, как и в гексане, имеется длинная цепочка, состоящая из атомов углерода. Масло не смешивается с водой, и слой масла располагается над слоем воды. Однако при добавлении средства для мытья посуды возникает *эмульсия* — масло распределяется в воде в виде мелких капелек. Средство для мытья посуды состоит из молекул поверхностно-активного вещества, которое делает такую эмульсию устойчивой (в процессе мытья посуды такая эмульсия образуется из масла и жира, находящихся на поверхности посуды и нерастворимых в воде, после чего эти загрязнения уже не связаны с поверхностью посуды, что и требуется).

2. При облучении газовой смеси, состоящей из водорода и хлора, между ними происходит химическая реакция, приводящая к образованию хлороводорода

$$H_2 + Cl_2 = 2HCl$$

Реакция идёт по радикальному механизму и начинается с распада молекулы хлора на атомы под действием света:

$$Cl_2 = 2Cl^\bullet$$

Для последующих стадий свет уже не нужен:

$$Cl^\bullet + H_2 = HCl + H^\bullet,$$
$$H^\bullet + Cl_2 = HCl + Cl^\bullet$$

Образующийся атом хлора снова реагирует с молекулой водорода и стадии повторяются.

[1] Почти во всех — в масле, разумеется, могут быть и молекулы примесей.

Для расчёта полезно заметить, что число молей газа в процессе реакции не изменяется. Это значит, что сохраняется общий объём смеси (при тех же условиях), и доли компонентов рассчитываются по отношению к одной и той же величине.

Пусть первоначальная доля хлора в смеси составляет $x\%$. После реакции, эта величина уменьшилась на 20% и стала равна 60%. Следовательно, $x - 0{,}2x = 60$. Отсюда $x = 75\%$.

Первоначальный состав смеси: 75% Cl_2 и 25% H_2.

Легко заметить, что в условии задачи есть ещё данные, которые оказались не нужны. Некоторые школьники предлагали другие (правильные) варианты решения, где использовали другие величины.

3. Для начала необходимо сосчитать все атомы, составляющие данную молекулу, т. е. определить брутто-формулу. На рисунках изображены различные варианты изображения молекулы аденозина: *а* — структура, предложенная в задании, *б* — обозначены все атомы, и *в* — наиболее полный вариант, обозначены все связи.

а)

б)

в)

Первый вариант (*а*) изображения наиболее часто используется на практике, т. к. атомы углерода, а тем более и связи с водородом, «перегружают» рисунок и усложняют понимание формулы.

При аккуратном подсчёте всех атомов, входящих в молекулу, получается 10 атомов углерода, 13 атомов водорода, 3 — кислорода и 5 — азота, брутто-формула

$C_{10}H_{13}O_3N_5$. Далее, зная атомные массы (их можно найти в Периодической системе элементов Д. И. Менделеева), найдём молекулярную массу аденозина:

$$12 \times 10 + 1 \times 13 + 16 \times 3 + 14 \times 5 = 251\,\text{г/моль}$$

То есть масса одного моля аденозина составляет 251 грамм. В задании спрашивают массу одной молекулы. Известно, что в одном моле вещества содержится число Авогадро молекул, т. е. $6{,}023 \cdot 10^{23}$, значит масса одной молекулы $251 : (6{,}023 \cdot 10^{23}) = 41{,}7 \cdot 10^{-23}$ грамм. Чтобы узнать, какую долю от общей массы молекулы составляют атомы азота, достаточно найти атомную массу всех атомов азота молекулы, $14 \times 5 = 70$ г/моль, и найти её отношение к общей молекулярной массе: $70 : 251 \approx 0{,}279 = 27{,}9\,\%$.

Примечание. В школьном курсе химии обычно изучаются не очень большие молекулы, для определения молярной массы которых с точностью до 1 г/моль можно округлять атомные массы элементов из таблицы Менделеева до целого числа, что мы тут и сделали. На всякий случай посчитаем всё с точностью, указанной в таблице, и проверим, какая ошибка получилась из-за округлений:

$$12{,}011 \cdot 10 + 1{,}0079 \cdot 13 + 15{,}999 \cdot 3 + 14{,}00 \cdot 5 = 251{,}2097\,\text{г/моль}$$

Ошибка округления составляет

$$251{,}2097 - 251 = 0{,}2097 = \frac{1}{4{,}7687\ldots}\,\text{г/моль}$$

То есть если бы молекулярная масса оказалась, например, в 4,8 раз больше, чем в условии задачи, при округлении мы бы ошиблись больше, чем на 1 г/моль. В этой задаче нам повезло, но вообще при работе с «большими» молекулами за точностью нужно следить внимательно.

4. В растворе содержится два вида катионов и два вида анионов. Понятно, что катионы и анионы не могут присутствовать в произвольном количестве — раствор в целом должен быть электронейтральным, то есть количество катионов должно быть равно количеству анионов (разумеется, это верно для катионов и анионов с одинаковой величиной заряда). Именно это обстоятельство и позволяет рассчитать концентрацию нитрат-ионов при известных концентрациях остальных ионов.

Для начала надо вычислить количества вещества (молей) ионов в 1 л раствора.

$n(Na^+) = 92 \cdot 10^{-3}/23 = 0{,}004$ моль/л
$n(K^+) = 156 \cdot 10^{-3}/39 = 0{,}004$ моль/л
$n(Cl^-) = 213 \cdot 10^{-3}/35 = 0{,}006$ моль/л

На основании условия электронейтральности

$n(NO_3^-) = 0{,}004 + 0{,}004 - 0{,}006 = 0{,}002$ моль/л.

Концентрация нитрат-ионов в мг/л равна $0{,}002 \cdot 62 \cdot 10^{-3} = 124$ мг/л.

Очевидно, что такой раствор нельзя приготовить из двух солей — так как отсутствует пара катион — анион, где количества катиона и аниона одинаковы. Для приготовления раствора нужно взять не менее трёх солей. Возможны три

качественно различных варианта:
1) KCl (2 моль), NaCl (4 моль), KNO_3 (2 моль);
2) KCl (4 моль), NaCl (2 моль), $NaNO_3$ (2 моль);
3) KCl, NaCl, KNO_3, $NaNO_3$.

В последнем случае возможно множество различных количественных вариантов[1], из них 2 в качестве примера приведены в таблице.

KCl	NaCl	KNO_3	$NaNO_3$
3 моль	3 моль	1 моль	1 моль
3,5 моль	2,5 моль	0,5 моль	1,5 моль

5. Для решения этой задачи необходимо сделать несколько предположений. Во-первых, что все реакции идут «до конца», т. е. все исходные вещества в ходе реакций превращаются в продукты (на практике это случается далеко не всегда), тогда при расчётах мы сможем записывать все стехиометрические соотношения, а во-вторых, исходя из известных из школьной программы физико-химических свойств веществ, предположим, что в одном из сосудов при взаимодействии металла с серной кислотой в ходе химической реакции выделился водород, а тяжёлый жёлто-зелёный газ, с которым его смешали, — хлор. Тогда в ходе реакции, которая протекает при облучении смеси газов ультрафиолетовым светом, образуется хлороводород.

$$H_2 + Cl_2 \rightarrow 2HCl$$

Тогда при пропускании полученного газа через раствор нитрата серебра образовался осадок хлорида серебра.

$$HCl + AgNO_3 \rightarrow AgCl\downarrow + HNO_3$$

Это подтверждает наше предположение о том, что выделившийся газ — водород.

Теперь необходимо определить металл. Будем считать, что опыт проводился при нормальных условиях (так как иное не указано), тогда количество выделившегося газа 3,12 л : 22,4 л/моль $\approx$ 0,14 моль. Теперь рассмотрим различные случаи, когда валентность неизвестного металла I, II и III:

$$2M(I) + H_2SO_4 \rightarrow M_2SO_4 + H_2\uparrow$$
$$M(II) + H_2SO_4 \rightarrow MSO_4 + H_2\uparrow$$
$$2M(III) + 3H_2SO_4 \rightarrow M_2(SO_4)_3 + 3H_2\uparrow$$

Тогда количество прореагировавшего металла составляет в каждом случае 0,28, 0,14 и 0,093 моль соответственно. По условию масса металла 7,8 г, и мы можем найти его атомную массу для всех трёх случаев и сравнить со значениями в таблице Менделеева:

M(I) 28 г/моль; ближайший по атомной Si — кремний, неметалл, поэтому не подходит;

M(II) 56 г/моль; ближайшее по атомной массе Fe — железо, металл и вполне удовлетворяет нашим условиям;

[1] Все они являются «смесями» первых двух вариантов в различных пропорциях.

M(III) 84 г/моль; Kr(криптон) и Rb(рубидий) не подходят.

Итак, мы определили, что исходный металл — железо (это подтверждается расчётом), при взаимодействии с разбавленной серной кислотой выделяется водород:

$$\mathrm{Fe} + \mathrm{H_2SO_4} \rightarrow \mathrm{FeSO_4} + \mathrm{H_2}\uparrow$$

$$\left.\begin{array}{l} \mathrm{Fe} - 2e^- \rightarrow \mathrm{Fe^{2+}} \\ 2\mathrm{H^+} + 2e^- \rightarrow \mathrm{H_2} \end{array}\right|$$

Реакция идёт за счёт взаимодействия железа с ионами водорода. Как известно, в концентрированной серной кислоте ионов водорода меньше, чем в разбавленной, и идёт взаимодействие между железом и сульфат-ионом серной кислоты. В этой реакции образуется оксид железа в виде плёнки на поверхности металла, которая труднорастворима и предотвращает дальнейшее взаимодействие кислоты с металлом. Это явление называется пассивацией — концентрированная серная кислота пассивирует железо. Этим и объясняется, что в одной из пробирок реакция не шла.

6. Задача оказалась очень сложной, за неё мало кто брался, лишь некоторые предлагали решения, засчитывавшиеся правильными. Эта задача взята из жизни: одному из авторов заданий Турнира приходилось её решать во время работы в лаборатории.

Для решения сначала необходимо определить, какое количество реактива у нас есть и сколько его необходимо добавить в каждую пробирку:

Есть:
10 мкл = $10 \cdot 10^{-6}$ л = 10^{-5} л
15 ммоль/л = $15 \cdot 10^{-3}$ моль/л
10^{-5} л $\times$ $15 \cdot 10^{-3}$ моль/л $= 15 \cdot 10^{-8}$ моль

Надо:
1 мл = $1 \cdot 10^{-3}$ л
10 мкмоль/л = $1 \cdot 10^{-5}$ моль/л
$1 \cdot 10^{-3}$ л $\times$ $1 \cdot 10^{-5}$ моль/л = $1 \cdot 10^{-8}$ моль = $10 \cdot 10^{-9}$ моль = 10 нмоль (в каждую пробирку)
$10 \cdot 10^{-8}$ моль вещества всего будет добавлено во все пробирки

То есть, у нас есть в полтора раза больше вещества, чем необходимо. В условии задачи не спрашивается, как поступить с избытком реактива, на практике же это решается в зависимости от свойств конкретного вещества.

Существует множество вариантов решения этой задачи, но общее у них одно: пробовать отобрать непосредственно 10 нмоль из имеющегося объёма (для этого необходимо взять 10 мкл : $15 = 0{,}66\ldots$ мкл) не следует — имеющееся оборудование не позволяет набрать такой объём с нужной точностью. Имеющийся растворитель необходимо разбавить. Чем именно — зависит от конкретных условий опыта, либо реакционной смесью, либо каким-то другим растворителем, в условиях данной задачи это не так важно. Существует множество вариантов разведения, приведём только один: добавим к реактиву 140 мкл жидкости

(с помощью имеющейся в условии задачи пипетки), которой мы будем его разводить, тогда 10 нмоль будет содержаться в 10 мкл полученной смеси, и набрать этот объём наша пипетка вполне позволяет. Придумать другие варианты по аналогии мы предлагаем читателю.

7. При растворении меди в концентрированной азотной кислоте происходит следующая реакция

$$Cu + 4HNO_3 = Cu(NO_3)_2 + 2NO_2 + 2H_2O$$

Уравняем реакцию методом электронно-ионного баланса.

$$\begin{array}{l|l} Cu - 2e^- = Cu^{2+} & 1 \\ NO_3^- + 2H^+ + 1e^- = NO_2 + H_2O & 2 \end{array}$$
$$Cu + 2NO_3^- + 4H^+ = Cu^{2+} + 2NO_2 + 2H_2O$$

Бурый газ — это диоксид азота NO_2. Молекула этого оксида имеет неспаренный электрон, поэтому вещество легко димеризуется, то есть две молекулы диоксида объединяются с образованием одной молекулы N_2O_4. В реальных условиях диоксид азота всегда существует в виде равновесной смеси со своим димером, причём положение равновесия зависит от температуры. При охлаждении оно смещается в сторону образования N_2O_4. Это можно наблюдать по изменению интенсивности окраски, так как димер является бесцветным. При охлаждении NO_2 до конденсации в жидкость вещество почти полностью представляет собой димер, поэтому является почти бесцветным.

Во втором случае азотная кислота была менее концентрированной. Поэтому при её взаимодействии с медью выделилась смесь NO и NO_2. Процесс можно изобразить как в виде общей химической реакции, в которой выделяются оба газа, так и в виде двух реакций, идущих одновременно. В одной из них выделяется NO_2 (она уже написана выше), а в другой — NO.

$$3Cu + 8HNO_3 = 3Cu(NO_3)_2 + 2NO + 4H_2O$$

Электронно-ионный баланс для этой реакции

$$\begin{array}{l|l} Cu - 2e^- = Cu^{2+} & 3 \\ NO_3^- + 4H^+ + 3e^- = NO + 2H_2O & 2 \end{array}$$
$$3Cu + 2NO_3^- + 8H^+ = 3Cu^{2+} + 2NO + 4H_2O$$

При сильном охлаждении (ниже $-20\,^\circ C$) смеси, содержащей одинаковые количества NO и NO_2, образуется синяя жидкость, представляющая собой оксид азота(III) — N_2O_3, который неустойчив в газообразном состоянии и снова разлагается на NO и NO_2. Оксид N_2O_3 — кислотный, ему соответствует азотистая кислота HNO_2.

Таким образом, азотная кислота во второй колбе была менее концентрированной, чем в первой.

8. Зеркала использовались с древних времён. Первоначально ими служили отполированные металлические пластинки[1]. Серебряные пластинки были наилучшими по качеству отражения. Впоследствии зеркала стали изготавливать из стекла, а металлическая пластинка служила отражающей поверхностью. Либих предложил новую технологию изготовления зеркал с серебряной отражающей поверхностью.

При прибавлении водного раствора KOH к раствору $AgNO_3$ происходит реакция обмена

$$2AgNO_3 + 2KOH = Ag_2O + 2KNO_3 + H_2O$$

При этом образуется не гидроксид серебра, так как он не существует, а выпадает чёрно-коричневый осадок оксида серебра Ag_2O.

При перемешивании с водным раствором аммиака осадок растворяется, так как получается аммиачный комплекс:

$$Ag_2O + 4NH_3 + H_2O = 2[Ag(NH_3)_2](OH)$$

При добавлении формальдегида происходит реакция серебряного зеркала, хорошо известная в органической химии как качественная реакция на альдегиды.

$$2[Ag(NH_3)_2](OH) + HCHO = 2Ag\downarrow + HCOONH_4 + 3NH_3 + H_2O$$

Серебро осаждается на стекле и образует таким образом отражающую поверхность зеркала.

9. Молекула C_5H_8 соответствует общей формуле C_nH_{2n-2} ($n = 5$). В ней содержится на четыре атома водорода меньше, чем в молекуле соответствующего предельного углеводорода (алкана).

Таким образом, вещество может относиться к классу:

1) алкинов (в молекуле одна тройная связь),

2) алкадиенов (в молекуле две двойные связи),

3) циклоалкенов (в молекуле одна двойная связь и один цикл),

4) бициклических углеводородов (в молекуле два цикла и нет двойных связей).

Кроме того, внутри данных гомологических рядов возможна структурная изомерия. Молекулы, не содержащие циклов, могут различаться строением основной цепи (линейная или разветвлённая), положением тройной связи или двух двойных связей, а циклические соединения могут различаться положением заместителей в цикле.

Кроме того, для некоторых диеновых углеводородов возможна геометрическая (цис-транс) изомерия при двойной связи.

Всё это приводит к существованию 30 изомерных углеводородов, которые изображены ниже.

1) алкины

[1] А ещё раньше, разумеется, просто гладкая поверхность воды.

2) алкадиены

3) циклоалкены

4) бициклоалканы

Все формулы изомеров C_5H_8 изображены в соответствии с принятой в химической литературе системой сокращений[1]. Здесь преимущества такой сокращённой записи химических формул видны очень наглядно: представьте себе, что получится, если здесь на всех 30 структурных формулах изомеров C_5H_8 изобразить *все* атомы C и H и *все* химические связи.

Критерии проверки и награждения. Статистика

Решение каждой задачи конкурса по лингвистике оценивалась в баллах; баллы, полученные участником за все задачи, суммировались. Результат определялся в зависимости от суммы баллов и класса.

[1]Эта система разъясняется в условии и решении задачи № 3.

Баллы за решения задач выставлялись по следующим критериям.

Задача № 1.

А — ацетон, Б — хлороформ, В — гексан, Г — масло + Fairy
7–9 классы:
ответ — 2 балла,
объяснение каждого из пунктов — по 2 балла,
итого 8 баллов
10 кл. — по 1 баллу; 11 кл. — по 0,5 балла

Задача № 2.

$Cl_2 + H_2 = 2HCl$; ответ: 75% и 25%
7–9 классы:
реакция — 2 балла,
расчёт 8 баллов,
Всего 10 баллов
10–11 классы — всего 8 баллов

Задача № 3.

$C_{10}H_{13}O_3N_5$ 251 г/моль, $41{,}7 \cdot 10^{-23}$ г, 27,89%
брутто-формула — 2 балла
молярная масса — 1 балл
масса в граммах — 3 балла
проценты азота — 2 балла
Итого 8 баллов
11 кл. — всё по 1 баллу; всего 4 балла

Задача № 4.

0,002 моль — 2 балла
124 г/мл — 2 балла $2KCl$, $4NaCl$, $2KNO_3$ — 2 балла
$4KCl$, $2NaCl$, $2NaNO_3$ — 2 балла
KCl, $NaCl$, KNO_3, $NaNO_3$ — 2 балла
в различных соотношениях по 1 баллу за дополнительный вариант

Задача № 5.

$3{,}12\,л/22{,}4\,л \cdot моль^{-1} = 0{,}139\,моль$
$7{,}8/0{,}139 = 56$ г/моль Fe
$Fe + H_2SO_4 = FeSO_4 + H_2\uparrow$
$H_2 + Cl_2 = 2HCl, \quad HCl + AgNO_3 = AgCl + HNO_3$
расчёт 8–10 кл. — 3 балла, 11 кл. — 2 балла
реакции 8–10 кл. — 2 балла, 11 кл. — 1 балл
пассивирование 8-10 3б, 11 2б.
Всего 8–10 кл. (и младше) — 8 баллов, 11 кл. — 5 баллов

Задача № 6.

Исходно в 10 мкл $15 \cdot 10^{-8}$ моль — 2 балла
Надо в 10 пробирках по 1 мл $1 \cdot 10^{-8}$ моль в каждой — 2 балла
(т.е. 2/3 имеющегося) — 2 балла
Идея разбавить — 2 балла
Правильный алгоритм разбавления и раскапывания — ещё 8 баллов Всего 16 баллов

Задача № 7.

$Cu + 4HNO_3 = Cu(NO_3)_2 + 2NO_2\uparrow + 2H_2O$ — 2 балла

$2NO_2 \leftrightarrow N_2O_4$ — 4 балла

$3Cu + 8HNO_3 = 3Cu(NO_3)_2 + 2NO\uparrow + 4H_2O$ — 2 балла

$2NO + O2 = 2NO_2$

$NO + NO_2 \leftrightarrow N2O3$ — 3 балла

Всего 11 баллов

Задача № 8.

$2AgNO_3 + 2KOH = Ag_2O + 2KNO_3 + H_2O$ — 2 балла

$Ag_2O + NH_{3\,водн} = [Ag(NH_3)_2]OH$ — 3 балла

$[Ag(NH_3)_2]OH + H_2CO = Ag\downarrow + CO_2\uparrow + 2NH_3\uparrow + H_2O$ — 3 балла

Итого 8 баллов

Задача № 9.

7–8 классы — 1 балл за изомер

9–11 классы — 0,5 баллов за изомер

Грамоты «за успешное выступление на конкурсе по химии» и баллы многоборья присуждались в соответствии с суммой баллов по задачам, с учётом классов, в которых учатся участники турнира:

Класс	балл многоборья (e)	грамота (v)
$\leqslant 6$	1	2
7	2	4
8	3,5	5
9	5	6
10	8	9,5
11	12,2	15

Статистика результатов конкурса по химии по классам (по работам, написанным участниками турнира в Москве).

класс	всего участников	конкурс по химии			
		участников	грамоты (v)	баллы многоборья (e)	остальные участники
2	1	0	0	0	1
3	1	1	1	0	0
4	3	0	0	0	0
5	60	1	1	0	0
6	183	5	0	2	3
7	693	31	6	6	19
8	953	211	37	10	164
9	1142	238	54	6	178
10	1194	291	76	11	204
11	796	179	30	4	145
ср. проф.	2	0	0	0	0
Всего	5028	957	205	39	713

Рис. 2.

КОНКУРС ПО БИОЛОГИИ

Задания

Задания адресованы школьникам всех классов, все выполнять не обязательно — можно выбрать те из них, которые вам по вкусу и по силам.

1. Попытайтесь объяснить, почему птицы тропических широт как правило окрашены гораздо ярче, чем птицы наших мест.

2. Есть расхожее мнение, что морские полипы (кишечнополостные) — актинии — похожи на цветы (рис. 2). В английском языке они даже имеют «цветочное» название: морской анемон. Попытайтесь проанализировать, что общего имеет актиния с цветком, одинаковыми или разными причинами вызвано наличие сходных черт.

3. Все ли птицы, гнездящиеся в дуплах, умеют сами строить эти дупла? Если нет — то почему дупел всё-таки хватает на всех?

4. Исследовательская экспедиция поймала несколько видов рыб. Но по возвращении в порт ученые обнаружили, что часть научной документации исчезла на таможне. Была утрачена информация о том, где именно были пойманы некоторые экземпляры. Одна из рыб была раскрашена в яркие красный, жёлтый и синий цвета; другая — невыразительного бежевого цвета, но зато отдельные её части обладали способностью светиться; третья имела веретеновидную форму, тёмную спину и светлое брюхо. Помогите учёным — подскажите, где могли обитать эти рыбы и какой образ жизни они могли вести. Ответ обоснуйте.

5. Известно, что растениям для нормального роста необходимо получать из почвы минеральные соли. Однако в тех местах, где солей в почве очень много — например, на солончаках, — растительность очень бедная, лишь немногие виды могут произрастать в таких условиях. Как вы думаете, какие трудности могут испытывать растения засолённых местообитаний и как они с этими трудностями справляются.

6. К побережью Калифорнии подходит холодное морское течение, поэтому, несмотря на жаркий климат, океан у калифорнийских берегов всегда холодный. Но раз в 8–10 лет тёплые экваториальные течения «берут верх» и устремляются на север, оттесняя холодные воды. Как вы думаете, что при этом происходит с морскими организмами — животными и растениями?

7. Что такое яды (попробуйте дать определение)? Как могут различные яды воздействовать на организм? Опишите как можно больше механизмов, которыми яды могут действовать на организм. По возможности приведите примеры.

8. В последние годы в Европе налажен мониторинг (длительное слежение) за птицами. Выяснилось, что немалое число видов птиц, живущих в открытых и околоводных биотопах снизило свою численность, а среди лесных и горных птиц некоторые виды постепенно становятся всё более и более многочисленными. Назовите возможные причины этого явления.

Ответы на вопросы конкурса по биологии

1. *Попытайтесь объяснить, почему птицы тропических широт как правило окрашены гораздо ярче, чем птицы наших мест.*

На самом деле в тропиках вовсе не все птицы окрашены ярко, и если школьники обсуждали в своих ответах, какие группы птиц яркие, а какие — нет, это оценивалось положительным баллом. Положительно оценивалось также, если школьники отмечали в своих ответах то, что в тропиках разнообразие птиц в целом гораздо выше, и пытались связать с этим разнообразие окраски.

Корма в тропических широтах также более разнообразны, в том числе много ярко окрашенных плодов, которыми круглый год питаются многие птицы. В некоторых случаях растительные пигменты плодов могут, почти не модифицируясь, попадать в оперение птиц. Эта идея в более или менее выраженной форме также встречалась в ответах школьников, хотя вряд ли этот фактор можно считать определяющим всё разнообразие окраски

В ответах школьников встречалась и мысль о том, что в тропиках гораздо больше ярких цветов и плодов, поэтому птицы могут «маскироваться» под них. Эта мысль засчитывалась, как разумная, хотя прямых подтверждающих её данных нет. Однако нектароядные и фруктоядные виды птиц действительно обычно окрашены ярче, чем насекомоядные, что можно считать косвенным подтверждением гипотезы.

В тропических лесах, которые в среднем гораздо более многоярусные и сомкнутые, чем леса средней полосы, тем не менее, всегда имеются солнечные пятна, поэтому яркая окраска птиц может использоваться ими как демонстрационная (например, при брачных играх) только когда птица находится в световом

пятне, а в другое время, в тени, она почти незаметна и не слишком привлекает хищников.

Если в качестве яркой рассматривать окраску из нескольких цветовых полей, то такая окраска часто действует как расчленяющая, то есть мешает увидеть очертания птицы, особенно при наличии световых пятен (наиболее известным примером такой окраски являются полосы у зебры)

2. *Есть расхожее мнение, что морские полипы (кишечнополостные) — актинии — похожи на цветы. В английском языке они даже имеют «цветочное» название: морской анемон. Попытайтесь проанализировать, что общего имеет актиния с цветком и одинаковыми или разными причинами вызвано наличие сходных черт.* (См. рис. в условии на стр. 785.)

Действительно, неосведомлённый человек, впервые встретившийся с актинией, может принять её за растение. Это в первую очередь связано с тем, что её форма тела не билатерально-симметричная как у человека, например, и большинства животных, а радиально-симметричная, как, например, у цветка ромашки. Это значит, что через тело актинии можно провести не одну плоскость симметрии, а несколько. Фактически, тело актинии — это простой мешок с единственным отверстием — ртом. Вокруг рта — венчик щупалец, вооружённых стрекательными клетками. Образ жизни её — малоподвижный или совершенно неподвижный. Несмотря на то, что актиния — страшный хищник, она никогда не преследует добычу, а лишь поджидает, когда та заплывёт в зону досягаемости её смертоносных щупалец. И ей совершенно всё равно, с какой стороны приплывет добыча, лишь бы приплыла. Она равно ждёт её со всех сторон. Поэтому у неё нет ни переда, ни зада, ни права, ни лева. Все это появляется у тех, кто начинает активно за добычей бегать. Там сразу понятно — где перёд.

Актинии и все Кишечнополостные — очень древняя и примитивная группа. Очень возможно, что все они исходно радиально-симметричные. По крайней мере — все известные Кишечнополостные таковы. Интересно, однако, что многие представители более продвинутых групп, чьи предки были билатерально-симметричными, вторично вернулись к радиальной симметрии в тот момент, когда перешли к прикреплённому образу жизни и стали жить как актиния. Тип Иглокожие, к которому относятся морские звёзды, морские ежи и др., тому яркий пример.

У цветков радиальная симметрия связана с тем, что насекомые, которых цветок призван привлекать, тоже могут находиться с любой стороны от растения. Тем не менее, существует и достаточно много билатерально-симметричных цветков — это, как правило, цветки, более продвинутые в эволюционном отношении, которые пожертвовали одинаковой видимостью со всех сторон ради каких-то других приспособлений — например, чтобы устроить «посадочную площадку» для своих опылителей или для создания более эффективного механизма опыления.

3. *Все ли птицы, гнездящиеся в дуплах, умеют сами строить эти дупла? Если нет — то почему дупел всё-таки хватает на всех?*

Дупла умеют строить далеко не все птицы, которые в них живут. Строят дупла дятлы, синица — буроголовая гаичка, а из тропических птиц — бородастики (родственники дятлов) и птицы-носороги. Большинство из них не используют одно и то же дупло дважды, строя каждый сезон новые, и оставляя старые другим дуплогнёздникам.

Кроме того, бóльшая часть дуплогнёздников живёт в дуплах естественного происхождения (морозобойные трещины, выгнившие сучки и др.)

К тому же стоит заметить, что за места для гнездования, в том числе и за дупла, всегда существует конкуренция, и некоторые птицы остаются без гнёзд (по крайней мере на данный гнездовой сезон).

4. *Исследовательская экспедиция поймала несколько видов рыб. Но по возвращении в порт учёные обнаружили, что часть научной документации исчезла на таможне. Была утрачена информация о том, где именно были пойманы некоторые экземпляры. Одна из рыб была раскрашена в яркие красный, жёлтый и синий цвета; другая — невыразительного бежевого цвета, но зато отдельные её части обладали способностью светиться; третья имела веретеновидную форму, темную спину и светлое брюхо. Помогите учёным — подскажите, где могли обитать эти рыбы и какой образ жизни они могли вести. Ответ обоснуйте.*

Конечно, делать окончательные выводы на основании материала без этикеток невозможно, однако, с большой долей вероятности можно сузить возможное место отлова рыбы. Цель любой окраски как минимум двояка. Надо привлечь внимание представителей своего вида (это необходимо для продолжения рода), а с другой стороны необходимо по возможности сделать себя невидимым для хищников.

1) Ярко окрашенная рыба причудливой формы скорее всего была поймана на мелководье, причём в тропических широтах. Скорее всего, на коралловом рифе. Там много света и очень яркая среда — водоросли, кораллы. Это то место, где именно яркая окраска может оказаться защитной. А так как здесь светло, то сочетание цветов может служить хорошим сигналом для распознания своего вида.

В ответах школьников также встречалась мысль о том, что яркая рыба может быть ядовитой или ещё каким-то образом опасной или неприятной для хищников. Тогда её окраска служит предупреждающей — однажды попробовав такую гадость, хищник всегда будет отличать её по окраске и даже не пытаться съесть. Такие случаи хорошо известны у насекомых — например, предупреждающей окраской обладают осы, пчёлы, божьи коровки. Здесь же известны и случаи мимикрии — «маскировка» безобидного вида под жалящий или ядовитый. Такие рассуждения также рассматривались как разумные и оценивались положительно.

2) Наоборот, бесцветная рыба со светящимися частями почти наверняка с глубины. Там абсолютная тьма, поэтому цвет для неё не важен. Напротив, любой, даже самый слабый источник света приобретает огромное значение для коммуникации. Он служит для нахождения полового партнёра, но часто является и смертельной ловушкой. Многие хищные рыбы имеют источник света

и таким способом привлекают к себе добычу.

3) Рыба веретеновидной формы с тёмной спиной и светлым брюхом (представьте себе селёдку) несомненно обитает в толще воды. Её окраска — типичная покровительственная для таких рыб. Когда смотришь сверху в глубь, то вода — тёмная, и спина рыбы — тёмная. Когда же наоборот, из глубины наверх, то, если это не слишком далеко от поверхности, то там всегда светлее. И брюхо у хитрой рыбы светлое. Не выделяется.

5. *Известно, что растениям для нормального роста необходимо получать из почвы минеральные соли. Однако в тех местах, где солей в почве очень много — например, на солончаках, — растительность очень бедная, лишь немногие виды могут произрастать в таких условиях. Как вы думаете, какие трудности могут испытывать растения засолённых местообитаний и как они с ними справляются?*

Рассматривать в этом случае почвенные соли в качестве «удобрения» невозможно, так как засоление чаще всего вызвано повышенной концентрацией хлорида натрия (поваренной соли), который растениям в больших количествах совершенно не нужен. В некоторых случаях (например, в пустынных солончаках) в почве повышено также содержание сульфатов и карбонатов магния и кальция. Однако все, кому приходилось удобрять растения дома или на огороде, знают, что в первую очередь в почву вносят азотные, калиевые и фосфатные удобрения — именно этих элементов растениям не хватает для хорошего роста. А содержание их в засолённых местах если и повышено, то незначительно[1]. К сожалению, очень немногие школьники, даже среди старшеклассников, обсуждали проблему разных солей — большинство воспринимали соли в почве как нечто однородное, что, конечно, неверно.

Растения засолённых местообитаний испытывают серьёзные трудности. В первую очередь это связано с тем, что из засолённой почвы растениям трудно извлекать воду. При этом не важно, какие именно соли создают засоление — важна их общая концентрация. Но дело не только в этом. Соли из окружающей среды проникают в клетку и повышается концентрация солей в цитоплазме. Это не может не влиять практически на все клеточные процессы. Дело в том, что все реакции в клетке осуществляются белками-ферментами, для которых чрезвычайно важна форма молекулы. Если эта форма хотя бы чуть-чуть изменится (что обычно происходит при связывании с избыточным количеством ионов), белок не сможет выполнять в клетке свою работу. Разные белки обладают разной устойчивостью к повышенной концентрации солей, однако лучше всего они работают в «привычных» условиях.

Поэтому способы борьбы с трудностями у галофитов (так называют растения засолённых мест) сводятся во-первых к повышению сосущей силы корней — например, за счёт повышения концентрации каких-то органических веществ в клетках корня. А во-вторых — к борьбе за постоянство концентрации солей в клетке. Этого разные растения добиваются разными способами. Некоторые из них умеют выделять избыток солей с помощью специальных

[1] В природе встречаются нитратные солончаки, однако азот в составе нират-ионов NO_3^- для растений практически бесполезен

солевых желёз, другие выработали механизмы фильтрации солей клетками корня, так что в остальные клетки растения поступает не слишком солёная вода.

Есть растения, которые «разбавляют» соль в цитоплазме за счёт активного насасывания в неё воды — тогда растение становится толстым и похожим на растения засушливых мест, которые тоже накапливают воду (вспомните кактус). Наконец, есть растения, которые лишнюю соль накапливают в каком-то одном месте — например в листьях или в специальных волосках — а потом, сбрасывая листья или волоски, вместе с ними избавляются и от соли.

6. *К побережью Калифорнии подходит холодное морское течение, поэтому, несмотря на жаркий климат, океан у её берегов всегда холодный. Но раз в 8–10 лет тёплые экваториальные течения «берут верх» и устремляются на север, оттесняя холодные воды. Как вы думаете, что при этом происходит с морскими организмами — животными и растениями?*

Действительно, обычно вдоль побережья Калифорнии проходит холодное Тихоокеанское течение, а раз в 8–10 лет ситуация меняется — тёплые экваториальные воды меняют свое направление и устремляются на Юг (Южная Америка) и на Север (к Калифорнии). Явление это получило название Эль Ниньо (малыш). Приход тропических вод обуславливает подъём температуры воды в поверхностных слоях на 4–8 градуса. Казалось бы, не очень много, но это имеет далекоидущие последствия.

1) Для многих растений и животных этот скачок является слишком резким. Он вызывает стресс, к которому они не могут адаптироваться и погибают. Причём, достаточно, чтобы не выдержала одна из стадий жизненного цикла (например, личинка), это уже приведёт к резкому сокращению численности.

2) Многие более южные виды в этот период продвигаются на север, за границы своего нормального ареала. А это значит, что у постоянных жителей этих мест появляются новые активные хищники и конкуренты, которые к тому же лучше приспособлены к высокой температуре.

3) Слой пришедшей теплой воды нарушает сложившуюся циркуляцию. Он образует как бы «крышку», которая не пропускает на поверхность холодную воду с большой глубины. Эта холодная вода богата минеральными веществами, столь необходимыми водорослям для роста (точно так же, как удобрения необходимы садовым растениям). Водоросли живут за счёт фотосинтеза, а, следовательно, не могут жить очень глубоко — только там, куда проникает свет. Будучи отрезаны от глубинных вод, они начинают голодать и погибать. Обычно каждое Эль Ниньо сопровождается массовой гибелью прибрежных зарослей, так называемых келповых лесов (келп — название самых крупных и распространённых водорослей.)

4) Массовая гибель водорослей приводит к снижению в воде кислорода, а кроме того очень многие животные попросту теряют свою среду обитания. Ведь когда гибнет большая водоросль, то неизбежно погибают и животные, на ней живущие.

Таким образом, каждое Эль Ниньо приводит к массовой гибели очень многих видов. Но явление это совершенно естественное и через несколько лет после

восстановления обычного порядка вещей, разрушенные биоценозы возобновляются. Не исключено даже, что такие периодические подъёмы и спады идут на пользу, так как не позволяют биоценозу стареть.

7. *Что такое яды (попробуйте дать определение)? Как могут различные яды воздействовать на организм? Опишите как можно больше механизмов, которыми яды могут действовать на организм. По возможности приведите примеры.*

Яды — вещества, способные при попадании в живой организм извне в малых количествах вызывать резкое нарушение нормальной жизнедеятельности — отравление или смерть.

После попадания яда в организм, происходит распределение его в жидких средах организма — крови, лимфе, межклеточной и внутриклеточной жидкостях, поэтому ядами могут являться только водо- и жирорастворимые вещества.

В крови некоторые вещества вступают в обратимую связь с её белка́ми и впоследствии, постепенно высвобождаясь, могут длительное время отравлять организм; одновременно начинается «переработка» поступивших в организм ядов, иногда в процессе таких преобразований образуются продукты, неизмеримо более токсичные, нежели исходные вещества.

Яды могут оказывать *местное* и *общее* действие.

Едкие яды в первую очередь вызывают разрушение тканей в месте контакта. К едким ядам относят кислоты, фенол, щёлочи, перекись водорода, перманганат калия, спиртовой раствор йода, формальдегид. Местное действие кислот проявляется в обезвоживании и свёртывании белка, местное действие щелочей проявляется в разрушении жиров и белков, с образованием легкорастворимых в воде продуктов. Также, распространившись по организму, кислоты и щёлочи могут вызывать различные нарушения, в том числе ослабление сердечной деятельности.

Кровяные яды изменяют состав и свойства крови, что в первую очередь вызывает резкое кислородное голодание организма.

Кровяные яды способны подавлять развитие и рост клеток крови, в особенности эритроцитов. Подобным действием обладают бензол, соединения свинца.

Некоторые вещества вызывают «слипание» эритроцитов, в результате чего они теряют способность переносить кислород и могут образовывать тромбы, что ведёт к нарушению кровообращения.

Другие вещества разрушают эритроциты, что приводит к выходу гемоглобина в плазму. Такой способностью обладают яд пауков и змей, яд, содержащийся в бледной поганке, уксусная кислота.

Ещё одна группа включает в себя вещества, которые, соединяясь с гемоглобином эритроцитов, приводят к образованию из него стойких соединений, неспособных выполнять функции транспорта кислорода в организме, свойственные нормальному гемоглобину. К ним относят угарный газ, анилин (входящий в состав многих красителей), нитроглицерин, бертолетову соль.

Интересно, что, попадая в организм, одни яды — например, сульфат меди, соединения ртути (сулема, каломель), мышьяка, фосфора, цинка — разрушают ткани внутренних органов (прежде всего почек и печени), а также нервной

системы, тогда как другие отравляют клетки без заметных разрушений в организме. Подобные яды называют *функциональными*.

Функциональные яды общего действия могут подавлять тканевое дыхание за счёт блокирования необходимых для этого ферментов. Такими свойствами обладают цианиды и сероводород.

Другие функциональные яды прицельно угнетают деятельность центральной нервной системы, в результате чего развивается коматозное состояние, расстройства дыхания, кровообращения и функционирования других систем организма. К этой группе относят снотворные препараты (барбитураты), наркотические средства (опиаты), яды судорожного действия (стрихнин).

8. *В последние годы в Европе налажен мониторинг (длительное слежение) за птицами. Выяснилось, что немалое число видов птиц, живущих в открытых и околоводных биотопах, снизило свою численность, а среди лесных и горных птиц некоторые виды постепенно становятся все более и более многочисленными. Назовите возможные причины этого явления.*

Причин этого явления может быть много. Назовём лишь некоторые из них.

1) Практически все открытые местообитания в Европе интенсивно используются, и на них не остаётся мест, напоминающих наши пустоши, пустыри, неудобья и другие «недоиспользованные» территории. Леса же, напротив, раньше вырубали, а теперь практически все оставшиеся клочки взяты под охрану и понемногу площадь территории, покрытой лесами, возрастает.

2) Околоводные биотопы в населённой Европе также сильно населены и эксплуатируется людьми, что сокращает площадь, пригодную для птиц.

3) Некоторые горные виды находят в городах и поселках условия, некоторым образом сходные с природными горными биотопами. В таких условиях они, естественно, охотно поселяются.

4) Постепенное потепление климата и другие причины приводят к расширению Сахары. Соответственно, ряд европейских видов, зимующих к югу от неё, вынуждены летать всё дальше и дальше. Среди птиц открытых пространств больше мигрантов, чем среди лесных видов. Поэтому происходящие изменения отражаются на них в первую очередь.

Критерии проверки и награждения. Статистика

Ответ на каждое задание оценивался в баллах. За правильный ответ (на задание целиком или существенную смысловую часть) обычно ставился 1 балл, за частично правильный — оценка в интервале от 0 до 1, в некоторых случаях ставились оценки больше 1 балла.

Все полученные участником на конкурсе по биологии баллы суммировались.

Грамоты «за успешное выступление на конкурсе по биологии» и баллы многоборья присуждались в зависимости от суммы баллов и класса, в котором учится участник турнира, в соответствии с таблицей.

Класс	балл многоборья (e)	грамота (v)
⩽ 5	1	2
6	2	3
7	4	5
8	4	5,5
9	4,5	6
10	5	6,5
11	4,5	7

Статистика результатов конкурса по биологии по классам (по работам, написанным участниками турнира в Москве).

класс	всего участников	конкурс по биологии			
		участников	грамоты (v)	баллы многоборья (e)	остальные участники
2	1	0	0	0	0
3	1	0	0	0	0
4	3	0	0	0	0
5	60	20	8	7	5
6	183	91	29	17	45
7	693	317	85	28	204
8	953	448	107	76	265
9	1142	479	118	83	278
10	1194	425	118	64	243
11	796	187	65	27	95
ср. проф.	2	0	0	0	0
Всего	5028	1967	530	302	1135

КОНКУРС ПО ЛИНГВИСТИКЕ

Задачи

После номера каждой задачи в скобках указано, каким классам она рекомендуется. Решать задачи старше своего класса можно, младше — нет.

1. (7–8) Даны предложения на русском языке, в которых допущена некоторая ошибка (неправильность этих предложений отмечена звёздочкой):

**Воспитательница младшей группы всё время пререкается с детьми.*
**Вчера новый губернатор Красноярского края принял президента России.*
**Доктор не слушался больного, который просил не делать ему уколы.*
**Мама, почему отец так дерзко говорил со мной?*
**Родители совсем распустились: игрушек мне не покупают, домой приходят поздно.*
**Сегодня занятий не будет: профессор отпросился у студентов.*
**Солдат выбранил командира отряда.*

А. Объясните, почему эти предложения неправильны.

Б. Попробуйте сочинить предложения, в которых допущена та же ошибка, со словами: *обязать, похвалить, рапортовать, хамить*.

2. (7–8) Даны глаголы грузинского языка в форме третьего лица единственного числа прошедшего времени и в форме причастия, а также значения этих глаголов. Некоторые формы пропущены:

3 л. ед. ч. прош. вр.	*Причастие*	*Значение*
dadna	?	‘растаять’
darča	damrčali	‘остаться’
datba	damtbari	‘согреться’
daprtxa	damprtxali	‘испугаться’
dacxa	damcxari	‘стать жарким’
gašra	gamšrali	‘высохнуть’
gacvda	gamcvdari	‘износиться’
gac’q’ra	gamc’q’rali	‘разгневаться’
mok’vda	?	‘умереть’
mosxlt’a	momsxlt’ari	‘поскользнуться’
šek’rta	?	‘вздрогнуть’
šercxva	?	‘застыдиться’
šecda	šemcdari	‘ошибиться’

Заполните пропуски. Объясните ваше решение.

Примечание. x, c, č, š, c’, t’, k’, q’ — особые согласные звуки грузинского языка.

3. (7–11) Даны фразы на японском языке (в русской транскрипции) и их переводы на русский язык:

1. Сэнсэй-га боку-но мура-кара мати-э итта.
   Учитель шёл из моей деревни в город.
2. Боку-но томодати-га сэнсэй-но хон-о тотта.
   Мой товарищ брал книгу учителя.
3. Хигаси-кара-но кадзи-га мура-дэ фуйта.
   В деревне дул восточный ветер.
4. Сэнсэй-га мити-дэ кава-но фукуро-о сагасита.
   Учитель искал на дороге кожаный мешок.
5. Кодомо-га мура-дэ сэнсэй-о мита.
   Ребёнок видел учителя в деревне.

Переведите на японский язык:

1. *Учитель шёл на восток.*
2. *Товарищ искал в городе кожу.*
3. *Ребёнок видел меня на дороге в город.*

Объясните ваше решение.

4. (9–11) Даны падежные формы некоторых шорских слов и их переводы на русский язык:

казанма	—	*котлом*
казаннаӈ	—	*из котла*
кебеге	—	*к лодке*
кебедеӈ	—	*из лодки*
кепке	—	*к одежде*
итпе	—	*собакой*
иннеӈ	—	*из берлоги*
ит	—	*собака*

малтаба	—	*топором*
пычакпа	—	*ножом*
агашка	—	*к дереву*
агашпа	—	*деревом*
тишке	—	*к зубу*
эмнеӈ	—	*из лекарства*
акчага	—	*к монете*
акча	—	*монета*

А. Переведите на шорский язык:
к ножу, к топору, лекарством, из одежды, берлогой.

Б. Образуйте встречающиеся в задаче падежные формы от шорских слов **кас** (*гусь*) и **кижи** (*человек*).

Объясните ваше решение.

Примечание. ӈ — особый согласный звук шорского языка.

Шорский язык — один из тюркских языков, на котором говорит около 10 тыс. человек, живущих в Алтайском крае.

5. (9–11) Ниже даны некоторые слова. Одни из них образованы простым соединением морфем, а в других это соединение осложнено некоторым дополнительным преобразованием, отражённым в орфографии:
рассердиться, рассориться, разбежаться, карманный, колонный, комнатный, ванная, суздальский, одесский, лаосский, скользкий.

А. Объясните, о каком преобразовании здесь идёт речь, и разделите приведённые слова на две группы в зависимости от того, произошло или не произошло в них данное преобразование.

В некоторых из следующих предложений похожее преобразование было применено не на морфологическом, а на синтаксическом уровне:

1) *Двенадцать малышек, нарядившись в красивые, разноцветные платья с лентами, танцевали разные танцы.*
2) *Незнайка приклеил пластырь, но, увидев, что он приклеился косо, принялся отдирать его.*

3) *Многие малыши очень гордились тем, что они малыши, и совсем почти не дружили с малышками.*
4) *Облака мягкие, как воздух, потому что они сделаны из тумана, их вовсе нé к чему рубить топором.*
5) *Однажды, когда Торопыжки не было дома, Незнайка забрался в автомобиль, который стоял во дворе, и стал дёргать за рычаги и нажимать педали.*
6) *Смотреть на Тюбика, когда он, нарядившись в свой балахон и откинув назад свои длинные волосы, стоял перед мольбертом с палитрой в руках, было очень интересно.*
7) *Ты, Незнайка, видно, больной.*
8) *Это он всё выдумывает, чтобы показать, будто много знает, а на самом деле он ничего не знает.*

Б. Разделите предложения 1–8 на две группы в соответствии с тем же различием.

Решения задач конкурса по лингвистике

Задачи по лингвистике и их решения подготовлены оргкомитетом Традиционной олимпиады по лингвистике и математике, организуемой совместно Институтом лингвистики РГГУ и отделением теоретической и прикладной лингвистики МГУ.

1. (автор Б. Л. Иомдин)

А. Все предложения, приведённые в задаче, содержат слова, предполагающие наличие двух участников ситуации, неравноправных в каком-либо отношении (родители и дети, преподаватель и ученик, начальник и подчиненный): *пререкаться, принимать, слушаться, дерзко, распуститься, отпроситься, выбранить.* При этом одни слова предполагают, что статус первого участника выше, чем у второго (говорят *президент* ***принимает*** *губернатора* или *командир* ***бранит*** *солдата*, но не наоборот), а другие — что статус первого участника ниже, чем у второго (может *больной не* ***послушаться*** *доктора*, а *студент —* ***отпроситься*** *у профессора*, но не наоборот). Обратные ситуации, конечно, тоже возможны, но их надо описывать другими словами, не предполагающими различия в статусах, например: *Солдат высказал претензии командиру отряда* или *Профессор договорился со студентами, что сегодня занятий не будет*.

Б. Слова *обязать* и *похвалить* употребляются только «сверху вниз». Поэтому нельзя сказать **Сын обязал маму купить ему новую игрушку* (но можно сказать *Мама обещала сыну купить ему новую игрушку*) или **Ученик похвалил учителя за интересный урок* (но можно *Ученик поблагодарил учителя за интересный урок*). Слово *рапортовать*, напротив, употребляется «снизу вверх», поэтому нельзя сказать **Директор рапортовал сотрудникам о проделанной работе* (но можно *Директор рассказал сотрудникам о проделанной работе*). Слово *хамить* обычно также употребляется «снизу вверх»: говорят

Сын нахамил отцу, но не **Отец нахамил сыну*. Впрочем, в последнее время это слово стали всё чаще использовать в обоих типах ситуаций: хамят и «снизу вверх» (*Петя нахамил учительнице*), и «сверху вниз» (*Начальник нахамил секретарше*). Хотя лучше всего не хамить никому.

2. (автор П. М. Аркадьев)

Легко заметить, что причастие образуется от формы прошедшего времени так: после второй буквы вставляется *-m-* (на самом деле, *da-, ga-, mo-, še-* — приставки грузинских глаголов), а к получившейся основе прибавляется суффикс *-li / -ri* (*da-tba → da-m-tba-ri, da-rča → da-m-rča-li*). Нужно понять, как выбрать между двумя вариантами суффикса. Если выписать все глаголы, присоединяющие эти суффиксы, в два столбца, получим:

-ri	*-li*
datba	*darča*
dacxa	*daprtxa*
gacvda	*gašra*
mosxlt'a	*gac'q'ra*
šecda	

Нетрудно заметить, что все глаголы, присоединяющие суффикс *-li*, содержат в корне звук *-r-*, а глаголы, присодиняющие *-ri*, *-r-* в корне не содержат. Явление, когда в одном слове не допускаются два одинаковых звука и один из них меняется, называется *диссимиляцией*. Диссимиляция двух *-r-* — очень частое явление в самых различных языках мира. Теперь можно заполнить пропуски: *dadna → damdnari*, *mok'vda → momk'vdari*, *šek'rta → šemk'rtali*, *šercxva → šemrcxvali*.

3. (автор В. М. Алпатов)

Порядок слов в японском предложении: подлежащее + обстоятельство + дополнение + сказуемое. Определение ставится перед определяемым и имеет показатель -но. Показатель подлежащего — -га, прямого дополнения — -о. Значение исходной точки (откуда?) выражается показателем -кара, значение конечной точки (куда?) — показателем -э, значение места (где?) — показателем -дэ. Кроме того, по фразе 3 видно, что пространственные показатели могут совмещаться с показателем определения -но: хигаси-кара-но — досл. 'тот, который с востока'. Можно предположить, что в японском языке личное и притяжательное местоимение 1 л. ед. ч. — одно и то же слово с разными показателями.

Переводы:
1. Сэнсэй-га хигаси-э итта.
2. Томодати-га мати-дэ кава-о сагасита.
3. Кодомо-га мати-э-но мити-дэ боку-о мита.

4. (автор М. Е. Алексеев)

В условии представлены 4 падежные формы шорского языка:
1) исходная форма, соответствующая русскому именительному, показатель нулевой;

2) форма, соответствующая русскому творительному (чем?) — окончания ба, па, пе, ма;
3) форма со значением направления из предмета (из чего?) — окончания деӈ, наӈ, неӈ;
4) форма со значением направления к предмету (к чему?) — окончания га, ге, ка, ке.

Отчего же зависит выбор варианта окончания? Замечаем, что выбор первой согласной буквы окончания зависит от того, на что оканчивается корень. После гласной выбираем вариант, начинающийся со звонкой согласной, после глухой согласной — вариант, начинающийся с парной глухой согласной, после носового звука (м или н) выбираем соответствующий носовой, т. е. б→м, д→н. Это явление называется уподоблением (*ассимиляцией*) согласных.

Выбор гласной в окончании зависит от гласных в корне. Если в корне встречаются гласные а, ы, то в окончании выбирается -а. Если в корне и, е, э — в окончании -е. Такое приспособление гласных в окончании к гласным в корне называется *сингармонизмом*.

Ответы:
А. пычакка, малтага, эмме, кептеӈ, инме.
Б. кас, кастаӈ, каска; кижибе, кижидеӈ, кижите.

5. (автор Я. Г. Тестелец)

А. Преобразование состоит в том, что, если на стыке морфем получается 3 одинаковых согласных подряд, одна из них выкидывается. Такое преобразование произошло в следующих словах из условия:
рассориться ← *ра**с** + **сс**ориться*,
колонный ← *коло**нн**-(а) + **-н**-ый*,
ванная ← *ва**нн**-(а) + **-н**-ая*,
одесский ← *Оде**сс**-(а) + **-с**к-ий*.
Это преобразование является частным случаем наложения морфем. Остальные слова образованы простым соединением морфем.

Б. Аналогичное преобразование наблюдаем и в пунктуации. В некоторых предложениях есть запятые, имеющие двойную нагрузку, т. е. они ставятся потому, что закрывают один оборот, а также потому, что открывают другой (или с помощью одной запятой закрываются два оборота). Таким образом, происходит как бы наложение запятых (или слияние двух запятых в одну). Это преобразование представлено в предложении 2 (запятая после слова *косо* закрывает одновременно деепричастный оборот и придаточное изъяснительное), в предложении 4 (запятая после слова *воздух* закрывает сравнительный оборот и открывает придаточное причины), в предложении 7 (запятая после слова *Незнайка* служит для обособления обращения и вводного слова), в предложении 8 (запятая после слова *знает* ставится по трём причинам: 1) в конце придаточного, начинающегося с союза *чтобы*; 2) в конце придаточного, начинающегося союзом *будто*; 3) перед противительным союзом *а*).

Критерии проверки и награждения. Статистика

Каждая задача конкурса по лингвистике оценивалась в баллах; баллы, полученные участником за все задачи своего и более старшего классов, суммировались. Результат определялся в зависимости от суммы баллов и класса. Баллы за решённые задачи, предназначенные для классов более младших, чем класс, в котором учится участник, выставлялись и сообщались школьникам, но при подведении итогов не учитывались.

Баллы за решения задач выставлялись по следующим критериям.

Задача № 1. За правильное выполнение задания А — 3 балла,
за каждый правильный пример из задания Б — по 1 баллу.
Максимальное количество баллов за задачу — 7.

Задача № 2. За -m- — 1 балл.
За правильный выбор -li / -ri — 3 балла.
За пояснения к ответу — 2 балла.
Максимальное количество баллов за задачу — 6.

Задача № 3. За правильное выполнение заданий 1 и 2 — по 2 балла,
задания 3 — 4 балла.
За объяснения порядка слов — 2 балла, значения показателей — 2 балла.
Максимальное количество баллов за задачу — 12.

Задача № 4. За каждую правильно переведённую и образованную форму — по 1 баллу (всего 11 баллов).
За объяснение — 4 балла.
Максимальное количество баллов за задачу — 15.

Задача № 5. А. За объяснение — 2 балла,
за каждое правильно названное слово с преобразованием — по 1 баллу
(за неправильно отнесённое слово — минус 1 балл, но в сумме за задание А не должно получиться меньше 0).
Максимум за задание А — 6 баллов.
Б. За общее объяснение — 2 балла.
За правильно названное предложение с преобразованием — по 1 баллу,
за объяснение преобразования в каждом предложении — по 1 баллу.
(за неправильно отнесённое предложение — минус 1 балл, но в сумме за задание Б не должно получиться меньше 0)
Максимум за задание Б — 10 баллов.
Максимальное количество баллов за задачу — 16.

Максимальное суммарное количество баллов за все задачи — 56 (из них ученики 9–11 классов могли получить только 43).

Грамоты «за успешное выступление на конкурсе по лингвистике» и баллы многоборья присуждались в соответствии с суммой баллов по задачам, с учётом классов, в которых учатся участники турнира:

Класс	балл многоборья (e)	грамота (v)
$\leqslant 5$	8	10
6	9	12
7	9	13
8	10	14
9	11	16
10	13	18
11	14	19

Статистика результатов конкурса по лингвистике по классам (по работам, написанным участниками турнира в Москве).

класс	всего участ-ников	конкурс по лингвистике			
		участ-ников	грамоты (v)	баллы мно-гоборья (e)	остальные участники
2	1	1	0	0	1
3	1	0	0	0	0
4	3	0	0	0	0
5	60	25	1	1	23
6	183	69	4	2	63
7	693	278	6	12	260
8	953	489	17	34	438
9	1142	542	28	30	484
10	1194	504	29	28	447
11	796	340	27	24	289
ср. проф.	2	0	0	0	0
Всего	5028	2248	112	131	2005

КОНКУРС ПО ЛИТЕРАТУРЕ

Задания

Все задания адресованы школьникам всех классов. Необязательно пытаться хоть что-нибудь сказать по каждому вопросу — лучше как можно более обстоятельно выполнить одно задание или ответить только на понятные и посильные вопросы в каждом задании.

1. *Перед вами два стихотворения, написанных в середине XIX века. Одно из них создано знаменитым русским поэтом, другое — пародия на это стихотворение.*

1. Осень. Скучно. Ветер воет.
Мелкий дождь по окнам льёт.
Ум тоскует; сердце ноет;
И душа чего-то ждёт.

И в бездейственном покое
Нечем скуку мне отвесть...
Я не знаю: что такое?
Что ли книжку мне прочесть!

2. Непогода — осень — куришь.
Куришь — всё как будто мало.
Хоть читал бы, — только чтенье
Подвигается так вяло.

Серый день ползёт лениво,
И болтают нестерпимо
На стене часы стенные
Языком неутомимо.

Сердце стынет понемногу,
И у жаркого камина
Лезет в голову больную
Всё такая чертовщина!

Над дымящимся стаканом
Остывающего чаю,
Слава богу, понемногу,
Будто вечер, засыпаю...

Что такое пародия вообще и зачем она создаётся? Какое из приведённых стихотворений оригинал, какое — пародия? Почему вы так думаете? Если можете, назовите авторов обоих стихотворений. Какие вы знаете пародии на известных авторов? Процитируйте фрагменты из них.

2. *«Поэма для маленьких детей» «Крокодил» К. И. Чуковского насыщена словесными и ритмическими перекличками со «взрослой» русской поэзией. Вот несколько отрывков.*

1. Жил да был
Крокодил.
Он по Невскому ходил,
Папиросы курил,
По-немецки говорил, —
Крокодил, Крокодил, Крокодилович...

2. О, этот сад, ужасный сад!
Его забыть я был бы рад.
Там под бичами сторожей
Немало мучится зверей...

3. Подавай-ка нам подарочки заморские
И гостинцами порадуй нас
невиданными...

4. И грянул бой! Война, война!
И вот уж Ляля спасена.

5. Вы помните, меж нами жил
Один весёлый крокодил.
А ныне там передо мной,
Измученный, полуживой,
В лохани грязной он лежал...

6. Милая девочка Лялечка!
С куклой гуляла она
И на Таврической улице
Вдруг повстречала Слона.
Боже, какое страшилище!
Ляля бежит и кричит...

С какими известными поэтическими произведениями перекликаются эти

отрывки? Как вы думаете, как можно объяснить эти переклички? Что они могут дать детям, что — взрослым читателям?

3. *В одном из рассказов, написанных в конце XIX века, есть такой диалог.*

— Вы скажите мне, какой же Пушкин психолог?
— А то разве не психолог? Извольте, я приведу вам примеры.
И Никитин продекламировал несколько мест из «Онегина», потом из «Бориса Годунова».
— Никакой тут нет психологии, — вздохнула Варя. — Психологом называется тот, кто описывает изгибы человеческой души, а это прекрасные стихи и больше ничего.
— Я знаю, какой вам нужно психологии! — обиделся Никитин. — Вам нужно, чтобы кто-нибудь пилил мне тупой пилою палец и чтобы я орал во всё горло, — это, по-вашему, психология... За него вступились офицеры. Штабс-капитан Полянский стал уверять Варю, что Пушкин в самом деле психолог, и в доказательство привёл два стиха из Лермонтова; поручик Гернет сказал, что если бы Пушкин не был психологом, то ему не поставили бы в Москве памятника.

Как называется рассказ и кто его автор? Как вы думаете, какого писателя можно назвать психологом и применимо ли такое определение к Пушкину? Докажите свою мысль. Какие вы знаете произведения, герои которых говорят об А. С. Пушкине и его творчестве? Зачем, по-вашему, это понадобилось их авторам? (Рассмотрите каждый случай).

Ответы и комментарии к заданиям конкурса по литературе

1. «Пародия — это комический образ художественного произведения, стиля, жанра» (Энциклопедический словарь юного литературоведа, М., 1988.). Значит, пародия должна быть смешной. При этом, как справедливо писали многие, нельзя вполне понять пародию, не зная исходного произведения. Автор пародии может ставить своей целью высмеять оригинал, утрируя его особенности — стиль или содержание; часто пародия становилась оружием в литературной борьбе разных группировок или направлений. А бывают пародии, которые строятся на основе какого-то известного произведения, но против него не направлены. В их числе так называемые перепевы, например «Колыбельная песня» Н. А. Некрасова, построенная на основе «Казачьей колыбельной песни» М. Ю. Лермонтова («будешь ты чиновник с виду и подлец душой...»).

Пародия — это шуточное переосмысливание произведения. Она создаётся затем, чтобы высмеять исходное произведение. Известен, правда, случай, когда один французский поэт XIX в. создал пародию на собственное серьёзное стихотворение, чтобы сделать его более известным. Кратковременного успеха он добился — стихотворение вошло в моду, но уже через несколько лет было забыто вместе с автором. Даже такие, казалось бы, странные цели может преследовать пародия!

Обычно пародии пишутся на возвышенные и лиричные стихотворения, причём бывают они как авторскими, так и фольклорными, и высмеиваются

самые пафосные места текста.
(Александр Пиперски, 9 класс, школа №125, г. Москва).

Из двух приведённых в задании стихотворений оригинал — второе; это «Осень» А. А. Фета (1847); первое — пародия из сочинений Козьмы Пруткова «Осень. С персидского, из ибн-Фета». Довольно обстоятельная, хотя и несколько упрощённая справка содержится в работе одного из призеров конкурса — Ивана Лимонченко, ученика 9-го класса московской школы № 57:
Накануне крестьянской реформы 1861 г. Фет, сотрудник журнала «Современник», стал противником идей, проводимых в нём Чернышевским и Добролюбовым, и вместе с Л. Толстым и И. Тургеневым покинул журнал. Противопоставляя своё мнение общественному, поэт нередко оказывался объектом язвительных нападок поэтов-сатириков, своих современников (среди таких критиков был известен поэт Минаев, пародии которого более свидетельствуют о полном непонимании лирики Фета, чем о сатирическом таланте их автора)... Несколько слов о Козьме Пруткове. Если я не ошибаюсь, первые его «сочинения» появились в 1854 г. в журнале «Современник». Все, что «написано» Прутковым, — плод соавторства А. К. Толстого и трёх его двоюродных братьев — Жемчужниковых.

Но, разумеется, определить, какое из стихотворений является пародией, можно было и не зная всего вышеизложенного — по качеству текстов. В общем, верное решение предложили самые младшие участники конкурса: *Мне кажется, что пародия стихотворение № 1, а оригинал — № 2. Потому что № 1 более скучное и маленькое.* (Александр Гладенков, 5 класс, 444 школа, Москва.) *... 2-е длиннее и строже, а 1-е с лёгким смешком.* (Николай Вербицкий, 6 класс, 444 школа, Москва).

В самых удачных ответах верно угадана нарочитая пустота пародийного стихотворения и комизм восклицания в последних строчках, а в «Осени» Фета обнаруживаются очень интересные особенности поэтики. *Первое стихотворение тоже печальное, но последняя строка как бы всё перечёркивает и внезапно делает ситуацию комичной.* (Лиза Крымова, 10 класс, школа № 1413, Москва.)

... Во втором всё очень серьёзно — серьёзные мысли, рифмы, в отличие от первого, в которм рифма на оригинал никак не тянет. (Дмитрий Чугунов 11 класс, Вторая школа, Москва).

Второе стихотворение не вызывает смеха, а, напротив, передаёт уныние и скуку долгих осенних вечеров. Первое же, словно выросшее из строчек оригинала: «Хоть читал бы — только чтенье / Подвигается так вяло», всё-таки вызывает улыбку. Оно, на мой взгляд, не является ярким примером пародии, потому что скорее дополняет оригинал, пусть и с иронией..., хотя автор пародии и посмеивается над унынием и бездействием лирического героя оригинала. (Вера Акулова, 10 класс, школа № 1541, Москва).

Характерная черта пародии — несоответствие формы содержанию. Стихотворение «Осень. Скучно...» — высокий стиль, автор пишет об одиночестве и скуке лирического героя (одна из важнейших тем русской литературы 19 в.) И лирический герой находит выход из этого состояния слишком простым способом, притом используется слишком низкая лексика: «книжка». Обратим также внимание на ритм и синтаксис. В первом в основном

безличные конструкции, что убыстряет ритм, что не соответствует идее и настроению стихотворения. (Евгения Шелина, 11 класс, гимназия № 1543, Москва).

Пародия сжата, т. е. высмеивает не каждую деталь, а обобщённо, в целом. В оригинале, помимо мотива скуки и чтения, есть ещё и мотив умирания («сердце стынет понемногу»), который совершенно снят в пародии... Мотив чтения в оригинале серьёзен, чтение не от скуки, оно тоже работа и потому «продвигается так вяло»; в пародии же чтение — бегство от скуки... Система рифмовки в пародии и оригинале тоже различается: в оригинале рифмуются только 2- и 4-е строчки, в пародии — все, как будто потому, что пародия гладкая и ровная, ведь в ней нет ничего, кроме насмешки. В оригинале очень много столкновений несовместимого, например стынущее сердце и жаркий камин, дымящийся стакан остывающего чаю. В пародии этого нет. (Елизавета Маньковская, 10 класс, школа № 57, Москва.)

Первая строфа пародийного стихотворения состоит сплошь из поэтических штампов. Сразу бросается в глаза несоответствие между темой (поэт, казалось бы, пишет о печальном состоянии своей души в осеннюю пору) и исполнением: фразы короткие, обрывистые, ритм быстрый. Последнее предложение — восклицательное.

Определённый комический эффект достигается за счёт частого употребления местоимения «что»:

И душа **чего-то** *ждёт.*

.....

Нечем *душу мне отвесть...*

Я не знаю: **что** *такое?*

(Ольга Вахрушева, 10 класс, школа № 57, Москва.)

Примеры пародий в ответах участников конкурса разнообразны и многочисленны. Здесь и анонимные переделки известных песенок, например

Спят усталые вампиры, зомби спят!

Поединок с крокодилом ждёт ребят!

Даже духи спать ложатся, чтобы ночью прогуляться..., —

и известнейшие произведения мировой и русской поэзии: Иногда стихотворения просто осовремениваются:

Я знаю прикольные stories таинственных стран Про клевую тёлку, про страсть молодого вождя... (на Н. Гумилёва);

С винцом в груди стал он груз 2000 (на Лермонтова).

Пародируют не только поэзию, но и прозу (см. пародию У. Теккерея на «Айвенго» Вальтера Скотта). (Александр Пиперски);

У Козьмы Пруткова есть несколько пародий на великого немецкого поэта Г. Гейне. Пожалуй, самая известная из них — стихотворение «Юнкер Шмидт»:

Вянет лист. Проходит лето.

Иней серебрится.

Юнкер Шмидт из пистолета

Хочет застрелиться.

Сам А. К. Толстой сочинил шуточное продолжение стихотворения А. С. Пуш-

кина «Золото и булат»:
. . . «Ну и что?» — сказало Злато,
«Ничего», — сказал Булат.
«И ступай», — сказало Злато,
«И пойду», — сказал Булат.
«Дифирамв Пегасу» А. Сумарокова»— пародия, направленная против ломоносовской школы.

Но, пожалуй, самый знаменитый во всемирной литературе пример — роман Мигеля де Сервантеса «Дон Кихот», который первоначально задумывался как пародия на рыцарские романы.
(Иван Лимонченко.)

Одна из первых пародий — «Батрахомиомахия» («Война мышей и лягушек»), созданная в Древней Греции по образцу «Илиады» Гомера. Многие писатели включали в свои произведения элементы пародии ("Дон Кихот"Сервантеса, «Гаргантюа и Пантагрюэль» Ф. Рабле). (Олег Русаковский, 10 класс, гимназия № 7, город Раменское).

Набоков написал стихотворение, являющееся пародией на хрестоматийное стихотворение, которые в то время знал каждый школьник, — «Птичка»[1]*. Вот эта пародия.*
Крокодилушка не знает
Ни заботы, ни труда.
Золотит его чешуйки
Быстротечная вода.
Милых рыбок ждёт он в гости
На брюшке меж камышей,
Лапки врозь, дугою хвостик
И улыбка до ушей.
(Вера Акулова.)

Есть интересные пародии, авторство которых принадлежит участникам конкурса:
Дома,
громоздитесь этажом на этаж,
В новом
ритме,
строка, гуди!
Старое зодчество,
в Лету — марш!
Даёшь товарища
Гауди!
Долой классицизма
сивую нудь —
— Капителек ряды прилизанные!
Нам изловчиться бы — всю Землю захлестнуть
Стройками

[1]Это отрывок из поэмы А. С. Пушкина «Цыганы». — прим. жюри.

модернизма!
Вам, цедящему словцо
за словцом:
— Модерн, мол,
возьми
Да выбрось. . . Помните:
в конце концов
Модерн
завоюет
мир!
(Ася Потехина, 10 класс, школа №1303.)

(Отрывок)
. . . Так думал отставной повеса,
Летя в пыли на Alfa-golf,
Всевышней волею собеса
Наследник всех своих шнурков.
Друзья компьютера и фанов,
С героем моего романа
Без стрёма, сразу, прям сейчас
Позвольте познакомить вас.
(Иван Ерпылев, город Оренбург).

Надо признать, что подавляющее большинство участников этого конкурса приняло пародию за оригинал. Одни рассудили просто: *Во втором стихотворении меньше слов высокого стиля, поэтому я полагаю, что оно является пародией* — или: *В первом стихотворении используются более поэтичные, возвышенные слова, а во втором к высоким качествам приплетаются бытовые дела*, чего, по мнению многих, в настоящих стихах быть не должно. Некоторые даже написали, что во втором стихотворении встречается ненормативная лексика! Авторы таких ответов ошибочно полагают, что поэзия — что-то мёртвое, высокое и отвлечённое и что всякая живая деталь разрушает её высоту.

Другие участники конкурса сделали довольно интересные наблюдения, проявили и вкус к поэзии и чувство языка, а ошиблись на самом последнем этапе, не поверив, что пародия может быть нарочито пустой (а значит, допустили, что пустым может быть стихотворение знаменитого поэта): *Оригинал довольно понятен: осень, скучно, делать нечего, сердце ноет — следует своеобразный набор штампов. А вот пародия построена очень интересно.*

Третьим навредил «исторический» подход: верно почувствовав, что первое стихотворение архаичнее, они рассудили, что раз пародия пишется после оригинала, то более живое и современное и есть пародия: *Второе стихотворение более бытовое, оно описывает предметы вокруг: чашка чаю, часы, камин, человек с книгой — признак более современной литературы. А в первом мягкий слог и старые слова, которые сейчас уже не употребляют.*

2. Чуковский рассказывал, что он начал сочинять своего «Крокодила», импровизируя, а импровизатор всегда сознательно или безотчётно цитирует, перефразирует, использует мелодии чужих ритмов, и его стихи могут восходить не

к одному источнику, а к нескольким, ко многим сразу.

Эти ритмы и отсылки узнали многие участники конкурса. Второй и третий отрывки, мрачные и патетические, написанные четырёхстопным ямбом с исключительно мужскими рифмами (в каждой строке ударение на последнем слоге), сразу заставляют вспомнить монолог лермонтовского Мцыри. Читатели могли бы узнать и некрасовское «Детство Валежникова» — отрывок «На Волге» раньше входил в хрестоматии по литературе для 6-го класса («Но вдруг я стоны услыхал, / И взор мой на берег упал. / Почти пригнувшись головой / К ногам, обвитым бечевой, / Обутым в лапти, вдоль реки / Позли гурьбою бурлаки. И был невыносимо дик / И страшно ясен в тишине / Их мерный, похоронный крик. И сердце дрогнуло во мне...») Этим ритмом Жуковский перевёл поэму Байрона «Шильонский узник» («...Но не труды, не хлад, не зной — / Тюрьма разрушила меня. / Лишённый сладостного дня, / Дыша без воздуха, в цепях, / Я медленно дряхлел и чах, / И жизнь казалась без конца»).

Тот же ритм звучит и в пятом отрывке, но благодаря явной цитате теперь вспоминается прежде всего «Полтава» Пушкина («И грянул бой, Полтавский бой!»). Хотя те, кто знаком с творчеством Пушкина более основательно, могли бы узнать и начало его стихотворения 1821 г. «Война»: «Война! Подъяты наконец, / Шумят знамена бранной чести!» (К курьёзам отнесём тот странный факт, что некоторые участники турнира, даже процитировав строчку про Полтавский бой, написали, что она взята из стихотворения Лермонтова «Бородино»).

Четвёртый отрывок заставляет вспомнить русские былины или произведения, написанные тоническим стихом в народнопоэтическом духе, например лермонтовскую «Песню про купца Калашникова». Остальные переклички не столь очевидны. В пятом отрывке воспроизводится ритм некрасовской баллады «О двух великих грешниках» из поэмы «Кому на Руси жить хорошо». А самое начало «Крокодила», первый отрывок с короткими строчками на одну и ту же рифму, за которыми идёт более длинная и ни с чем не рифмующаяся, очень напоминает некоторые места поэмы А. А. Блока «Двенадцать», например такое: «Снег крутит, лихач кричит, / Ванька с Катькою летит — / Елекстрический фонарик / На оглобельках...» Правда, интересно, что Чуковский написал свою поэму за два года до того, как Блок написал свою.

Разумеется, неверные ответы дали те, кто не заметил, что в задании речь идёт прежде всего о стихотворных ритмах; никаких отсылок к прозаическим произведениям — «Войне и миру» или к «Вишнёвому саду» — в приведённых отрывках нет. Самый смешной из полученных ответов — ... *Напоминает гоголевское «Муму»*.

Многие участники конкурса высказали интересные соображения, выполняя последнюю часть этого задания: *Во-первых, такого рода тексты, в которых содержатся намёки на известные литературные произведения, очень приятно и интересно писать, поскольку это не так просто. Это своеобразная головоломка, сложная задачка с красивым решением. Во-вторых, такие намёки расширяют круг читателей книги, поскольку она становится интересна не только детям, но и взрослым, которые, понимая эти намёки, получают от чтения огромное удовольствие. ... По-моему, такие переклички с известными произведениями, тоже своего рода пародии, «продлевают*

жизнь» произведению, заставляют возвращаться к нему снова и снова. (Вера Акулова.)

Как бы заключается некоторый договор между взрослым читателем и автором, создаётся тайная область, недоступная маленькому читателю. (Мария Беломестных, 11 класс, гимназия № 1514, Москва.)

Эти переклички дают возможность читать это произведение с юмором не только детям, но и взрослым. Детям эти легко запоминающиеся стихи легко выучить (позже они вспомнятся в связи с русской поэзией. Хотя может быть и обратный эффект — строки Лермонтова будут восприниматься иначе: «Это как в „Крокодиле“», что, конечно, совсем не хорошо. Для взрослых читателей это создаёт комический эффект (конечно, если читатели образованные). (Елена Демиденко, 11 класс, гимназия № 1567, Москва.)

Для ребёнка это приобщение к стилю. (Олег Русаковский.)

Исследователь Мирон Петровский писал в работе «Крокодил в Петрограде» (Мирон Петровский, «Книги нашего детства», Москва, 1986): «Отсылая взрослого читателя к произведениям классической поэзии, Чуковский создаёт иронический эффект, который углубляет сказку, придаёт ей дополнительные оттенки значений. Для читателя-ребёнка эти отзвуки неощутимы, они отсылают его не к текстам, пока ещё незнакомым, а к будущей встрече с этими текстами. Система отзвуков превращает «Крокодил» в предварительный, вводный курс русской поэзии... Конечно, Чуковский думал о своём «Крокодиле», когда доказывал — через несколько лет после выхода сказки — необходимость стихового воспитания: „...Если дети обучаются пению, слушанию музыки, ритмической гимнастике и проч., то тем более необходимо научить их восприятию стихов, потому что детям, когда они станут постарше, предстоит получить огромное стиховое наследство — Пушкина, Некрасова, Лермонтова...“»

3. В третьем задании приведён отрывок из рассказа А. П. Чехова «Учитель словесности».

Разумеется, ни конечного списка писателей-психологов, ни единственно правильного ответа на вопрос, можно ли того или иного писателя считать психологом, не существует. Ниже приводится некоторое количество удачных высказываний участников конкурса.

Психологизм — это попытка автора описать внутренний мир героя художественными средствами. «Психологизм» — литературоведческий термин, который традиционно относят к нескольким авторам, в первую очередь к Толстому и Достоевскому, затем к Тургеневу с его «тайным психологизмом». Хоть Тургенев и не вводит нас прямо во внутренний мир героя, но тщательно следит за ним, давая читателю многочисленные детали, которые и приоткрывают душевный мир героя. Поэтому такое важное место у Тургенева занимают внешний вид героев и жесты. Кусок масла, застывший в воздухе во время разговора о нигилизме, Базаров, припавший к стеклу во время разговора с Одинцовой. Толстой, безусловно, великий психолог, заостряет внимание на духовном становлении героя, на его развитии. Узловыми моментами толстовского психологизма являются «звёздные минуты» героев, моменты, в которые какая-то высшая истина открывается им. Ге-

рои Достоевского в постоянном состоянии болезни, душевного надрыва, они идут от катастрофы к катастрофе, их человеческое достоинство раздавлено, и Достоевский исследует их души именно в эти моменты. Сам он говорил, что не психолог, а только реалист. (Анастасия Белоусова, 11 класс, школа № 57, Москва.)

Я думаю, что именно о психологизме Достоевского Никитин говорит: «Вам нужно, чтобы кто-нибудь пилил мне тупой пилою палец и чтобы я орал во всё горло» (Вера Белоусова, 11 кл, школа № 57, Москва.)

Психологом можно назвать писателя, который в произведении вскрывает внешнюю и внутреннюю правду факта. Внутренняя достоверность изображения человеческого чувства присуща Пушкину. Самый яркий пример. «Онегин». Сцена дуэли. Онегин стреляет в Ленского. Зарецкий: «Ну что ж, убит.» «Убит! Сим страшным восклицаньем сражён Онегин. . . » Констатация факта внутренне слышится Онегиным как восклицание. Подобных примеров множество. (Ася Потехина.)

Для меня лично Пушкин — великий психолог, потому что великий поэт и великий художник, а художественная правда должна быть и психологически достоверна. Конечно, у Пушкина нет «исповедей», огромных внутренних монологов, выверенных читаемых жестов, но тем не менее он психолог. (Анастасия Белоусова.)

На мой взгляд, сам писательский талант — это всего две вещи: психология и чувство языка. . . Что касается Пушкина, то он, по-моему, был гениальным психологом. По моему мнению, в «Евгении Онегине» тонкое понимание человека можно увидеть в любой строчке, от «любите самого себя, достопочтенный мой читатель» до «русский Н как N французский произносить умела в нос». (Вера Акулова.)

Разумеется, Пушкина едва ли можно назвать вершиной русского психологизма в русской литературе. Писатели второй половины XIX в. иначе взглянули на человека. Тургенев, Толстой, Достоевский достигли непревзойдённых вершин в области создания психологического портрета. (Светлана Белозерова, 11 класс, школа № 57, Москва.)

Про Пушкина ничего однозначно сказать нельзя. Поскольку произведений Пушкина много и они очень разнообразны, разнохарактерны и разножанровы, можно сказать, что помимо многих других аспектов Пушкина занимает ещё и этот — психология. Например, в «Онегине» или «Борисе Годунове» одним из занимающих его предметов может быть психология власти, толпы, личности. . . Читателю «Дубровского» и «Капитанской дочки» интересна мотивация поступков Маши Троекуровой, Дубровского, Пугачёва. (Елизавета Маньковская).

Обратим внимание на то, что в задании требовалось припомнить произведения, в которых о Пушкине и его творчестве говорят герои. Поэтому не идут к делу ни «Смерть поэта» М. Ю. Лермонтова, ни «Смуглый отрок бродил по аллеям» А. А. Ахматовой.

Ответы на последний вопрос не очень разнообразны, но довольно интересны.

Очень много существует произведений, в которых вспоминается Пушкин. Например, в «Ревизоре» Гоголя («С Пушкиным на дружеской ноге» — говорил

Хлестаков) этот момент необходим для комичности откровенного вранья Хлестакова. В «Отцах и детях» Тургенева отец Аркадия, старший Кирсанов, читает Пушкина. Он рассказывает брату Павлу Петровичу о том, что читал Пушкина, а сын вошёл, забрал книгу и дал ему современную, которая ему не понравилась — ему ближе Пушкин. Этот момент необходим Тургеневу для контраста поколений. Сын под влиянием Базарова уже пытается быть человеком нового времени, отец и дядя — представители старого, пушкинского времени... (Елена Демиденко, 11 класс, гимназия № 1567, Москва.)

В «Учителе словесности» автор вкладывает такие слова в уста героини, чтобы показать её ограниченность и неспособность мыслить, ведь Варе всё равно о чём спорить, лишь бы спорить. ...Гоголь показывает развязность и пустость героя. (Надежда Хотеева, 11 класс, гимназия № 1554, Москва.)

В «Обыкновенной истории» Гончарова дядюшка Адуев Пушкина, и не только, знает наизусть. Здесь Пушкин — необходимое условие знаний образованного и чувствительного (!) человека. (Ася Потехина)

О Пушкине говорят в «Бедных людях» Достоевского. Варенька копит деньги на покупку собрания сочинений Пушкина для своего возлюбленного; в «Преступлении и наказании» Лебезятников в своих рассуждениях упоминает его, говоря, что любая мелкая работа значит для общества больше, чем все произведения Пушкина; этот отрывок говорит нам о глупости, ограниченности Лебезятникова, делает его идеи ещё более неприятными. Вообще упоминание Пушкина имеет некое символическое значение. Это знак для читателя. Если герой любит, понимает Пушкина, то он скорее всего хорош, а если герою чужда поэзия, если он не понимает Пушкина, это говорит о его духовной ограниченности. (Анастасия Белоусова)

В романе «Отцы и дети» И. Тургенева есть сцена, где Аркадий упоминает о Пушкине, а Базаров говорит, что Пушкин — военный, так как у него всё про войну (насколько я помню). Этот эпизод показывает, что Базаров не только не интересуется поэзией, но даже подчёркивает своё пренебрежение к ней. Таким образом, Пушкин выступает здесь как «классическое незыблемое» в поэзии, а Базаров лишний раз показывает своё неуважение ко всему «незыблемому». В романе «Идиот» Достоевского в доме у Епанчиных речь заходит о стихотворении Пушкина «Жил на свете рыцарь бедный», и Аглая намекает на то, что этот «рыцарь бедный» — князь Мышкин, главный герой романа. (Иван Лимонченко)

Об А. С. Пушкине говорится, например, в нескольких рассказах М. М. Зощенко, описывающих столетие со дня смерти Пушкина. Разговоры о Пушкине здесь понадобились автору для того, чтобы показать ярче образы современников. Пушкин в то время был злободневной темой, и не говорить о нём в «юбилейные» дни было невозможно. (Александр Пиперски).

В «Записках на манжетах» Булгакова упоминается о творчестве Пушкина (Вечер творчества Пушкина). Булгаков передаёт дух эпохи — 30-х гг. XX века.[1] (Полина Маркова, 9 класс, гимназия № 1514, Москва.)

Это «Мастер и Маргарита» Булгакова с вопросвми Никанора Ивановича

[1]Ошибка — «Записки» писались в 1920-е годы.

Босого о том, кто же будет покупать нефть или кто вывинтил лампочку на лестнице — «стало быть, Пушкин?», со сном Никанора Ивановича, где Куролесов читает «Скупого рыцаря» и с раздумьями отвозившего Иванушку Бездомного поэта над тем, что «решительно все шло ему <Пушкину> на пользу»... К советскому периоду имя Пушкина превратилось в нечто обычное и бытовое, никакого отношения к стихам и поэзии не имеющее (в словах Никанора Ивановича); когда поэт из МАССОЛИТа рассуждает о Пушкине, его поэзии и славе, он и показывает нам себя, а не Пушкина. (Елизавета Маньковская)

Довольно смешно выглядели фразы вроде «Я согласен с Варей...», «Прав поручик Гернет...», те, кто так написал, как будто не заметили, что в рассказе Чехова описана дискуссия бессмысленная, нелепая; а вот аргументацию поручика Гернета многие повторили, хотя «психолог» — это не почётное звание и не особая заслуга, а всего лишь особенность творчества. Но, пожалуй, самый смешной ответ — *Звание психолога можно присвоить Есенину, в своем стихотворении «Песнь о собаке» он образно раскрывает психологию человека.*

Жюри конкурса по литературе не пользовалось формальными критериями определения победителей, решения о награждении грамотой «За успешное выступление на конкурсе по литературе» и о присуждении балла многоборья принимались персонально по каждой работе.

Статистика результатов конкурса по литературе по классам (по работам, написанным участниками турнира в Москве).

класс	всего участников	конкурс по литературе			
		участников	грамоты (v)	баллы многоборья (e)	остальные участники
2	1	1	0	0	1
3	1	0	0	0	0
4	3	0	0	0	0
5	60	22	0	2	20
6	183	60	0	6	54
7	693	218	0	10	208
8	953	265	1	18	246
9	1142	305	3	29	273
10	1194	282	11	34	237
11	796	227	8	37	182
ср. проф.	2	2	0	1	1
Всего	5028	1382	23	137	1222

КОНКУРС ПО ИСТОРИИ

Вопросы и задания

Все задания адресованы школьникам всех классов: каждый может выбрать те, которые ему по вкусу и по силам; достаточно выполнить хорошо (не обязательно полностью) 2 задания из первых десяти или верно указать хотя бы 10 ошибок в заданиях 11 или 12 (нужно составить список указанных в текстах событий (фактов), которые на самом деле происходили или **не тогда**, или **не там**, или **не так**, и объяснить, как, где и с кем они происходили — или почему их вообще не могло быть).

1. *От Рущука до старой Смирны, от Трапезунда до Тульчи,*
Скликая псов на праздник жирный, с утра ходили палачи.

Кто и когда написал эти строки? Какое историческое событие в них отразилось? Какие последствия оно имело?

2. Перечислите 7 известных вам людей, которые жили в московском «Доме на Набережной» и которые отмечены там мемориальными досками. Какими делами прославились эти люди в истории СССР? Как завершились их жизни?

3. В этом году историки отметили 1250-летие Старой Ладоги. Откуда они могли узнать эту дату? Какое событие она отмечает? Насколько она точна?

4. Какие крупные сражения 20 века происходили на местах Троянской войны, битвы при Калке и Каталаунской битвы? Когда и между кем происходили эти сражения? Каковы были их последствия?

5. Перечислите нескольких знаменитых деятелей — современников 1 Крестового похода, которые **не** были католиками. Чем они прославились в мировой истории?

6. В истории человечества были войны со специальными названиями: за Австрийское, Испанское, Балтийское, Турецкое или Китайское наследство. Когда они происходили? Кто в них участвовал? Каковы были итоги этих переделов «наследства»? Ощутимы ли они в наши дни?

7. Известно, что Юлий Цезарь справил 5 триумфов, Октавиан Август — 3 триумфа. Над какими побеждёнными врагами? Какой из триумфов Цезаря стоил ему наибольших усилий и риска, какой дался легче всего? А как было с Августом?

8. Что дольше: Вавилонский плен иудеев или Авиньонский плен римских пап? Во сколько раз дольше? В какие века происходили эти пленения? Назовите главных участников этих событий.

9. Ци, Цин, Цинь, Цзинь, Цзюнь Цзы, Цао Цао. Что означали эти слова в истории Китая? Кто и когда ввёл их в употребление?

10. В этом году исполнилось 50 лет с открытия спиральной структуры ДНК. Кто и где сделал это открытие? Какие его последствия заметны в наши дни?

11. Найдите исторические ошибки в тексте.

Александр Македонский

В восьмой день месяца нисан третьего года Сто Пятой Олимпиады царь царей Александр возвратился в стольный город Ка-Дингир. Восемь лет назад здесь — в древнем храме Э-темен-ан-ки — царь богов Бэл Мардук усыновил победоносного пришельца из северной страны Аххиява и повелел ему идти с войском дальше — на восход Солнца, до тех пор, пока царь не увидит светлый лик Отца Богов восходящим из предельного Океана — Абзу. Измельчавшие владыки хеттов, персов и мидян не справились с великой задачей; за это Бэл Мардук лишил их власти над священной Землёй Папируса, передав сие бремя северным варварам. Справятся ли дорийцы с таким поручением — или они тоже измельчали с тех пор, как покоряли Пилос и Трою на стыке Азии с Европой?

И вот царь Александр вернулся с победой, чтобы воссесть рядом с Мардуком на престоле у Врат Богов — там, где некогда удалой Гильгамеш из Киша одолел дракона Хумбабу и заключил священный брак с богиней Иштар. Их сын Энкиду и сто поколений его потомков правили Землёй Папируса. Сколь долго удержится здесь династия Александра Олимпийского?

Эту тайну боги не открыли ни героям, ни мудрецам — хотя хитроумный Аристофан немало потрудился над гороскопом любимого ученика и его товарищей по оружию. Он предсказал славную смерть Гефестиона в последней битве с персами у Экбатаны. Он предрёк Птолемею и Селевку, что они, пережив своего друга и вождя, станут стражами его державы на крайних ее рубежах — в Иберии и в Индии. О себе старик Аристофан сказал лишь одно: он, к несчастью, переживёт Любимца Богов на три года! Значит, державному Александру жить осталось совсем недолго — как недолго жили Гильгамеш и Ахиллес. Если так, то нужно спешить с перестройкой великой державы!

Первый шаг в этом деле Александр совершил, уравняв в правах три главных народа своей империи: греков, персов и индийцев. Не случайно они говорят на сходных языках — хотя боги разделили судьбы этих народов после Троянской войны! Учёный индиец Панини составил по просьбе Александра трёхъязычный словарь — и предложил царю царей начертать трёхъязычную надпись о своих подвигах высоко в горах — у истоков Инда и Ганга. Древний царь Саргон из Урука оставил сходный текст у истоков Тигра и Евфрата — и вот, сорок поколений спустя потомки перечитывают его, не забывая древнюю речь Шумера и Аккада!

Этот план понравился царю Александру. Но зачем ограничиваться Эверестом? Пусть копии отчёта о победах царя царей сохранятся на всех границах империи — от Эфиопии до Кавказа, от Гималаев до Альп и столпов Геркулеса! Скоро одноглазый храбрец Антиох отправится с этой целью на Запад. Флотоводец Неарх, доставив царскую армию из Индии в устье Евфрата, уже отплыл вдоль берега Африки на юг — чтобы впервые обогнуть Чёрный материк и оставить памятник македонской доблести на южном краю Ойкумены. А сам Александр должен поскорее перестроить храм Э-темен-ан-ки! В нём найдёт последнее успокоение неукротимый дух царя; над его могилой встанут в общий

ряд все боги, усыновившие завоевателя. Рядом с Мардуком и Энлилем, Шамашем и Иштар найдётся место для Тота и Зевса, Аполлона и Марса. Здесь же встанут статуи Яхве и Гора, Мелькарта и Ахурамазды, Аримана и Шивы. Все они славно потрудились ради объединения своих народов в мировой державе; пусть и впредь хранят её единство в стенах небывалого Пантеона!

Царь Александр умер на сороковом году жизни, едва успев увидеть свою гробницу и передать власть юному сыну — Филиппу Виштаспу. Тот, не обладая талантами отца, стремился лишь сохранить в целости его империю. Чтобы не обижать её главные народы, царь Филипп 5 пожаловал столичный статус Александрии Египетской, Карфагену Африканскому и Гефестионии Крайней, основанной его отцом на берегу Инда. Все эти полисы сделались рассадниками греческой науки, которая слилась с мудростью египтян и вавилонян, финикийцев и индийцев. Основным центром новой цивилизации сделалась Александрия на Ниле: там Аристофан основал в честь Александра храм всех Муз, Академию и Библиотеку. Этот университет процветает до наших дней — под арабским именем Дар-аль-Хикмат.

12. Найдите исторические ошибки в тексте.

Фридрих Штауфен

Император Фридрих Сирота встретил свой сорокалетний юбилей в Иерусалиме — священном городе трёх религий, одинаково приятных трижды коронованному крестоносцу. Свой первый венец инфант Федериго получил ещё в детстве — в Сиракузах, когда пришла весть о гибели его славного деда Барбароссы в бою с сарацинами, в Святой земле. Вторая — прусская корона легла на чело принца Фридриха, когда умер его могучий отец — Генрих 5 Птицелов, отвоевавший Южную Италию у великого папы Иннокентия. Мать — нормандская царевна Ингигерда — передала 16-летнему сыну свои права на Лигурию и Калабрию, а также потомственную вражду с наместниками Святого Петра в Риме.

К сорока годам удачливый Фридрих пережил уже пятерых пап: от грозного Иннокентия 1 до престарелого Григория 13, который в приступе безумия отлучил императора от Христовой церкви. Странное было решение! Но умный Фридрих решил не спорить с безумцем, а отправился в крестовый поход на Восток — навстречу языческим ордам Чингиз-хана. Тот, правда, умер раньше, чем Фридрих вступил в Иерусалим; но сын Чингиза — буддист Менгу — охотно признал права христианского кагана на священный город христиан, совсем не нужный степнякам-монголам. Посланец Фридриха — Виллем Рубрук — достиг монгольской столицы у Байкала и участвовал там в диспуте с папским нунцием Плано Карпини о правах цезаря и папы перед лицом Менгу-кагана.

Умный степняк ощутил родственную душу в заморском императоре и предложил ему совместный поход против мусульман Египта. Ведь эти негодяи предательски убили монгольских послов и держат в плену короля французов! Фридрих, конечно, согласился. В союзе с монголами он сможет отобрать Константинополь у жадных и глупых немецких крестоносцев — и возложить на свою выносливую голову золотой венец Востока, вслед за серебряным венцом Запада! Этот двойной успех положит конец крестовым походам: византийские владения

вновь соединятся под знаком Креста, а монахи-тамплиеры получат свободный доступ в Китай, недавно покорённый монголами. Сменится ещё одно поколение — и, быть может, внук или правнук Чингиза объявит себя христианским императором Китая? О таком триумфе не мечтал даже Александр Македонский; ради него стоит потрудиться всем христианским вождям Запада!

Король Людовик 7, освобождённый Фридрихом из плена, одобрил сей благочестивый проект. Но увы — безумный папа Григорий воспринял союз Людовика и Фридриха с монголами против мусульман, как вероотступничество! Изгнанный войском Фридриха из Рима, папа созвал в пограничном Авиньоне съезд всех врагов Франции и Германии — и объявил против этих стран очередной крестовый поход. В ответ рыцари Северной Франции обрушились на южных соседей-папистов; северные германские князья ворвались с огнём и мечом в земли православной Литвы. Литовцам помогли новгородцы — и восточный натиск немцев иссяк, без особых последствий. Зато юг Франции был разорён дотла; вернувшемуся из плена королю Людовику пришлось долгие годы залечивать раны, нанесённые Прекрасной Франции её собственной рукой. За эти подвиги терпения благодарные потомки прозвали короля Людовика Христианнейшим и Святым: конечно, это случилось много позже кончины безумного папы Григория 13.

На Востоке безумные поступки папы Григория тоже принесли немало вреда. Император Фридрих был вынужден покинуть Иерусалим, чтобы воевать против папы, опираясь в Северной Италии на католиков-норманнов, а на Юге пользуясь наёмными мамлюками из Египта. В итоге боевой союз Фридриха с монголами против мусульман расстроился; не удалось и католическое крещение монгольской династии Юань в Китае. В памяти потомков император Фридрих 2 Сирота остался с прозвищем «Ступор Мунди» — «Потрясатель Вселенной»; вряд ли случайно это прозвище оказалось точным переводом монгольского титула «Чингиз-хан» на западную латынь. Кстати, потомки великого немца Фридриха из дома Штауфен носили имперский венец в течение восьми поколений — вдвое дольше, чем потомки великого монгола Тэмучжина из рода Борджигин.

Ответы, решения и комментарии к заданиям конкурса по истории

Автор заданий и решений — Сергей Георгиевич Смирнов, ведущий научный сотрудник ИИО РАО.

1. *От Рущука до старой Смирны, от Трапезунда до Тульчи,*
Скликая псов на праздник жирный, с утра ходили палачи.

smallskip *Кто и когда написал эти строки? Какое историческое событие в них отразилось? Какие последствия оно имело?*

Эти строки[1] написал А. С. Пушкин в 1830 году. Они посвящены важнейшему событию турецкой истории 19 века: уничтожению корпуса янычар по приказу

[1]Во время подготовки задания жюри обнаружило несколько различающихся вариантов стихотворного текста. А именно, в строке «Скликая псов на праздник жирный, *с утра* ходили палачи.» вместо слов «*с утра*» также имеются варианты «*весь день*», «*везде*» и «*толпой*». Возможно, речь идёт о различных черновых вариантах стихотворения. Стихотворение, не имея авторского

султана Махмуда 2 в 1826 году. Таким путём султан избавился от самоуправляющейся гвардии в своей державе — но заменить её более послушным и столь же сильным войском он не смог. В итоге Османская держава в последующие сто лет стала добычей для своих бывших подданных (греков, арабов, египтян, болгар) и великих держав Европы.

2. *Перечислите 7 известных вам людей, которые жили в московском «Доме на Набережной» и которые отмечены там мемориальными досками. Какими делами прославились эти люди в истории СССР? Как завершились их жизни?*

На фасаде и в подъездах Дома на набережной (современный адрес — город Москва, улица Серафимовича, дом №2/ Берсенёвская набережная, дом №20; фасады этого дома также выходят не только на Береснёвскую набережную Москвы-реки, но и на Болотную набережную Обводного канала) установлено 30 настенных памятных знаков. Вот их тексты[1]:

1. Памятник архитектуры и истории Комплекс «Дома правительства», 1928–1931 гг. Построен по проекту архитектора Бориса Михайловича Иофана. Здесь он жил и работал в 1931–1976 годах. Охраняется государством

2. Здесь жил с 1931 по 1938 г. г. писатель Юрий Трифонов

3. В этом доме с 1937 года по 1946 год жил и работал народный артист СССР, композитор Александр Васильевич Александров

4. Здесь жил с 1962 по 1994 г.г. Герой социалистического труда, народный артист СССР, композитор, дирижер, генерал-майор Борис Александрович Александров

5. Блохин Николай Николаевич, 1912–1993, академик, Герой Социалистического Труда, Лаурет Государственной премии

6. В этом доме с 1935 года по 1944 год жил видный государственный деятель, член КПСС с 1893 года Александр Николаевич Винокуров

7. В этом доме с 1931 года жила писательница Ванда Львовна Василевская (1903–1964)

8. Здесь с 1938–1976 годы жил выдающийся советский летчик, герой Советского Союза, генерал-майор авиации Михаил Васильевич Водопьянов

9. В этом доме с 1934 года по 1945 год жил выдающийся деятель болгарского и международного рабочего движения Георгий Михайлович Димитров

10. Здесь с 1937 по 1982 г.г. жил военный летчик Н. П. Каманин, один из первых Героев Советского Союза, первый руководитель подготовки космонавтов

11. Косарев Александр Васильевич, видный деятель Ленинского Комсомола, жил в этом доме с 1931 года по 1938 год

названия, традиционно называется по первой строке «Стамбул гяуры нынче славят. . . »; по всей видимости, А. С. Пушкин так и не закончил это произведение, чем и объясняются разночтения. Вариант «*с утра*» по мнению жюри наиболее точно соответствует описываемой исторической ситуации и именно поэтому был использован при составлении задания.

[1]Внесены редакторские правки: 1) поставлены запятые и тире там, где в тексте памятных знаков они подразумевались разрывами строк, 2) прописные и строчные буквы использованы в соответствии с правилами русского языка, в том числе в случаях, когда на памятных знаках текст нанесён полностью прописными буквами.

12. Здесь жила Герой Советского Союза, подполковник, писательница Левченко Ирина Николаевна (1924–1973)

13. В этом доме жили соратники В. И. Ленина, члены КПСС с 1898 г. Пантелеймон Николаевич Лепешинский с 1931 по 1944 г.г., Ольга Борисовна Лепешинская с 1931 по 1963 г.г.

14. В этом доме с 1943 по 1963 год жил и работал советский авиаконструктор, дважды Герой Социалистического труда, лауреат Ленинской и государственных премий академик Артем Иванович Микоян

15. В этом доме с 1931 года по 1935 год жил Винцас Мицкявичюс—Капсукас, один из организаторов и руководителей коммунистической партии Литвы, деятель международного коммунистического движения

16. В этом доме жила видный деятель коммунистической партии, депутат верховного Совета СССР Клавдия Ивановна Николаева

17. В этом доме с 1930 года по 1938 год жил советский партийный и государственный деятель Яков Христофорович Петерс

18. В этом доме с 1942 года до 1950 года жил один из старейших деятелей революционного рабочего движения в России, член коммунистической партии с 1897 года Григорий Иванович Петровский

19. В этом доме жил с 1938 г. по 1948 г. председатель военно-революционного комитета в Петрограде в октябре 1917 г., выдающийся организатор Красной Армии Николай Ильич Подвойский

20. Здесь с 1942 года по 1979 год жил герой социалистического труда, лауреат государственной премии СССР, академик Петр Николаевич Поспелов

21. В этом доме жил выдающийся деятель коммунистической партии и советского государства Павел Петрович Постышев

22. Здесь в 1931–1949 гг. жил и работал писатель Александр Серафимович Серафимович /Попов/

23. В этом доме с 1932 года по 1966 год жила профессиональная революционерка, активная участница Великой Октябрьской Социалистической революции, член КПСС с 1898 года, герой социалистического труда Елена Дмитриевна Стасова

24. В этом доме с 1944 года по 1979 год жил и работал герой социалистического труда, лауреат ленинских и государственных премий СССР, писатель и общественный деятель Николай Семенович Тихонов

25. В этом доме жил выдающийся военачальник Маршал Советского Союза Михаил Николаевич Тухачевский

26. Здесь с 1940 года по 1947 год жил советский военачальник маршал бронетанковых войск Яков Николаевич Федоренко

27. В этом доме с 1933 года по 1959 год жил активный участник революционного движения и социалистического строительства Иван Петрович Флеровский

28. В этом доме с 1933 года по 1975 год жила член КПСС с 1904 года, активный участник революционного движения, герой социалистического труда Лидия Александровна Фотиева

29. В этом доме с 1933 года по 1970 год жил видный деятель коммунистической партии и Советского государства, герой социалистического труда Николай Михайлович Шверник

30. В этом доме с 1939 по 1953 жил герой Советского Союза, участник исторического дрейфа станции Северный полюс 1, академик Петр Петрович Ширшов

Первыми в этом списке заслуженно упомянуты архитектор Дома Борис Михайлович Иофан и автор повести «Дом на набережной» (1976 год), давшей дому это неофициальное название, Юрий Валентинович Трифонов, остальные памятные знаки перечислены в алфавитном порядке фамилий.

У Дома на набережной есть свой www-сервер http://www.domna.ru, где вы можете посмотреть фотографии мемориальных досок, прочитать биографии жильцов и узнать много другой информации, так или иначе связанной с Домом.

Далеко не все жители Дома на набережной, независимо от своих заслуг и таланта, могли по разным причинам претендовать на установку памятного знака и даже на упоминание где-либо. Многие знаки были установлены много лет спустя, после изменения политической ситуации. Жюри в качестве примера выполненного задания предлагает такие возможные ответы (рекомендуем сравнить их с текстами на мемориальных досках).

а) Михаил Тухачевский — маршал СССР, герой Гражданской войны, руководитель технического переоснащения Красной армии в 1925–36 годах. Арестован и расстрелян в 1937 году, как лидер «военного заговора» против И. В. Сталина.

б) Артём Микоян — авиационный конструктор, брат известного политика Анастаса Микояна. Создал серию удачных самолётов-истребителей МИГ (Микоян и Гуревич). Репрессиям не подвергался — как и его брат, прославленный в эпиграмме: «От Ильича (Ленина) до Ильича (Брежнева) — без инфаркта и паралича».

в) Лидия Фотиева — секретарь В. И. Ленина; после его смерти ушла в подполье — чтобы И. В. Сталин её не уничтожил, как хранительницу многих опасных тайн. После 1956 года она вышла из подполья и спокойно прожила ещё долгие годы, но мемуаров не писала.

г) Пётр Ширшов — один из «четвёрки героев-папанинцев», дрейфовавших на льдине через Северный Полюс Земли в 1937 году. Был избран депутатом Верховного Совета СССР и назначен директором Института Арктики и Антарктики. Стал крупным учёным-океанографом. Политикой не занимался — но его жена была арестована, как заложница покорности мужа приказам Сталина.

д) Владимир Косарев — первый секретарь ЦК ВЛКСМ, после гибели С. М. Кирова — самый молодой из претендентов на место рядом со Сталиным во главе СССР. Арестован и расстрелян в 1938 году, по инициативе Л. П. Берия и с согласия И. В. Сталина.

е) Елена Стасова — член партии большевиков с момента её создания В. И. Лениным. До революции — опытная подпольщица; после смерти Ленина ушла в тень, согласилась играть декоративную роль в группе «старых большевиков». Прожила более 90 лет.

ж) Михаил Водопьянов — знаменитый лётчик, один из 7 первых героев СССР — спасателей полярной экспедиции О. Ю. Шмидта, оказавшейся на льдине после гибели парохода «Челюскин». В годы Отечественной войны — удачливый пилот и командир отряда бомбардировщиков. Политикой не занимался.

3. *В этом году историки отметили 1250-летие Старой Ладоги. Откуда они могли узнать эту дату? Какое событие она отмечает? Насколько она точна?*

Возраст города Старая Ладога рассчитан российскими археологами на основе *дендрохронологии* — по древнейшему сосновому бревну с резьбой, найденному на раскопках Старой Ладоги. Археологи Новгородского отряда составили непрерывную шкалу годовых колец срубленных деревьев в этом регионе — начиная с 738 года н. э. Радиоуглеродная датировка древнейших брёвен допускает ошибку до 50 лет.

4. *Какие крупные сражения 20 века происходили на местах Троянской войны, битвы при Калке и Каталаунской битвы? Когда и между кем происходили эти сражения? Каковы были их последствия?*

Троя стояла на современном полуострове Галлиполи — на восточном берегу пролива Дарданеллы, у входа из Средиземного моря в Мраморное море. В 1915 году английский флот пытался прорваться в этом месте к Стамбулу — но встретил сильное сопротивление турок и отступил. В итоге английская армия не сумела сомкнуть свой фронт с русской армией: это помешало союзникам занять Балканы, окружить Австрию и быстро закончить Первую Мировую войну в свою пользу.

Каталаунские поля — равнина вокруг французского городка Шалон на реке Марна. Здесь в 451 году н. э. войска европейских варваров-германцев (в основном — готов) под командой римского воеводы Аэция остановили армию вождя гуннов — Аттилы и отсрочили гибель Западной Римской империи на одно поколение. Осенью 1914 года здесь же французские войска под командой генерала Жофра остановили натиск немецких армий. Так Париж остался у французов, «блицкриг» не удался немцам, и Первая Мировая война затянулась на 4 года.

Река Калка (современный Кальмиус) — малый приток Дона возле его впадения в Азовское море. В 1223 году здесь небольшая армия монголов под командой Субэдэ и Джэбэ разгромила большое, но беспорядочное войско русских и половцев — а потом вернулась в Монголию, не пытаясь покорить всю Русь до 1237 года.

В 1941–1943 годах здесь разыгрались *четыре* последовательные «битвы за Ростов и Таганрог» между Вермахтом и Красной Армией. Главной целью немцев был прорыв к Кавказу с его нефтяными полями (от Майкопа до Баку), а главной целью русских было: сперва защитить свою нефть и Волжский путь, а потом — не дать немцам освободить армию Паулюса, окружённую в Сталинграде. Дважды немцы брали Ростов штурмом и трижды отдавали его — пока советские генералы Жуков и Василевский не научились вести наступление столь же грамотно, как немецкий фельдмаршал Манштейн.

5. *Перечислите нескольких знаменитых деятелей — современников* 1 *Крестового похода, которые* **не** *были католиками. Чем они прославились в мировой истории?*

Противниками крестоносцев в их первом походе были: султан Баркиярук из турецкой династии Сельджуков, его брат Килидж-Арслан и ряд эмиров того же рода. Союзником крестоносцев выступил армянский царь Гетум: он помог завоевателям Иерусалима устроить равновесную феодальную экономику на покорённых землях. Союзником и недругом первых крестоносцев был византийский император Алексей 1 Комнен — а также его дочь Анна Комнина, составившая биографию отца.

В это же время в столице Сельджуков — Нишапуре — работал замечательный математик и поэт Омар Хайям.

На Руси во время первого Крестового похода правили князья Святополк Изяславич (в Киеве) и Владимир Всеволодич Мономах (в Чернигове). Они вели регулярные войны против половцев — чтобы примирить их часть с Русью, а прочих отогнать подальше в степь. Одновременно в Кутаиси грузинский царь Давид 4 Строитель собирал силы для отвоевания Тбилиси у турок — что удалось ему в 1121 году, с помощью половцев.

В это же время работали первые русские и грузинские летописцы: Никон, Сильвестр, Нестор и другие.

Китай был тогда разделён на две враждующие империи. На севере правила династия Ляо кочевого народа киданей, а на юге — традиционная династия Сун, которую укрепил своими реформами министр Ван Ань-ши. Династия Ляо слабела; видя это, Агуда Ваньят — вождь приамурских чжурчженей — задумал объединить своих соплеменников в крепкую державу и захватить Северный Китай. Это ему удалось в 1125 году: империя Ляо сменилась империей Цзинь, но Южная Сун уцелела.

6. *В истории человечества были войны со специальными названиями: за Австрийское, Испанское, Балтийское, Турецкое или Китайское наследство. Когда они происходили? Кто в них участвовал? Каковы были итоги этих переделов «наследства»? Ощутимы ли они в наши дни?*

Войн за Австрийское наследство было *две*. Во-первых, это Тридцатилетняя война между католиками и протестантами Германии (1618–1648), в которую вмешались Франция, Дания, Швеция, Польша и Россия. В итоге этой войны имперская династия Габсбургов сохранилась — но потеряла больше половины германских земель (Саксонию, Баварию и Пруссию). Вторая война за Австрийское наследство шла в конце 17 века: тогда французский король Луи 14 пытался создать в центре Европы свою империю из осколков державы Габсбургов, но был остановлен войсками Австрии, Англии и Нидерландов.

Войной за Испанское наследство называют войну 1700–1715 годов, когда король Франции — Луи 14 пытался посадить на опустевший испанский трон своего внука и взять под контроль заморские колонии Испании. Эта попытка удалась лишь частично: внук Филипп 5 воссел на трон Испании, но он и его дед были вынуждены поклясться, что троны Испании и Франции никогда не окажутся под властью одного монарха.

Войной за Балтийское наследство можно назвать неудачную Ливонскую войну Ивана Грозного (1558–1581) против Польши и Швеции — за раздел Южной Прибалтики. Так же можно назвать удачную Северную войну Петра 1 против Швеции (1700–1721), в итоге которой возникла Российская империя.

Войн за Турецкое наследство было много: начиная с походов принца Евгения Савойского и царя Петра 1 на рубеже 17–18 веков и кончая Первой Мировой войной, которая погубила Османскую империю. Между этими войнами уместились другие: Греческое восстание 1824–1827 годов, Крымская война России с Англией и Францией (1853–1855), Болгарское восстание 1877–1878 годов и Балканские войны 1912–1913 годов между Грецией, Болгарией и Сербией. Сюда же можно отнести революцию «младотурок» в Османской державе в начале 20 века, которая привела к геноциду армян и курдов.

Войн за Китайское наследство было очень много. Так можно назвать троекратное завоевание Северного Китая «варварами» — киданями (10 век), чжурчженями (12 век) и монголами (13 век), а также захват Южного Китая войсками хана Хубилая в конце 13 века. Так можно назвать покорение Китая маньчжурами в середине 17 века — а также морскую интервенцию западных держав (Англии, Франции, США) во время восстания Тайпинов в Китае (1860–1868), которая привела к образованию английской колонии в Гонконге. Следующая война этого цикла произошла в последние года 19 века: во время восстания Ихэтуаней против маньчжурской династии Цин Англия, Россия, Франция и США ввели свои войска в Китай, захватив даже Пекин. Последней войной этого рода стала японская интервенция 1931–1945 годов: она так встряхнула китайское общество, что образовалась Китайская Народная Республика под управлением коммунистов (1949 год).

7. *Известно, что Юлий Цезарь справил 5 триумфов, Октавиан Август — 3 триумфа. Над какими побеждёнными врагами? Какой из триумфов Цезаря стоил ему наибольших усилий и риска, какой дался легче всего? А как было с Августом?*

Первые четыре триумфа Цезаря (46 год до н. э.) отмечали его победы над кельтами (в Галлии), над египтянами (в Александрии), над сыном понтийского царя Митридата — Фарнаком (при Заме, в Малой Азии) и над царём Нумидии — Юбой (при Тапсе, возле Карфагена). Пятая и последняя победа Цезаря — в Испании, при Мунде (45 год) — была одержана над римлянами: уцелевшими соратниками Помпея, которыми командовал Тит Лабиен — недавний соратник Цезаря по Галльской войне. Две самые трудные победы (по словам самого Цезаря) — над галлами (при Алезии) и над Лабиеном (при Мунде): там он «сражался не только за победу, но за саму жизнь». Самая лёгкая победа Цезаря была при Заме; о ней он доложил сенату словами: Veni, Vidi, Vici (Пришёл, Увидел, Победил).

Император Август только *праздновал* свои триумфы: над убийцами Цезаря, над царицей Египта Клеопатрой и над Секстом Помпеем — последним вождём противников Империи в Средиземноморье.

На деле войсками Августа руководили верные ему полководцы. Так, решающую победу над Брутом и Кассием при Филиппах одержал Марк Антоний; флот

Антония при Акции разгромил Випсаний Агриппа; он же позднее уничтожил флот Секста Помпея.

8. *Что дольше: Вавилонский плен иудеев или Авиньонский плен римских пап? Во сколько раз дольше? В какие века происходили эти пленения? Назовите главных участников этих событий.*

Вавилонский плен верхушки иудейского народа длился меньше полувека: от 586 года до н. э. (когда халдейский царь Вавилона Набу-кудурри-уцур захватил Иерусалим и разрушил первый храм Яхве) до 538 года до н. э., когда персидский царь Кир, захватив Вавилон, отпустил всех пленников по домам.

Авиньонский плен пап длился больше: с 1309 года (когда папа Климент 5 переехал поближе к границам Франции — по настоянию короля Филиппа 4 Красивого) до 1377 года — когда пророчица Катарина Сиенская уговорила папу Григория 11 вернуться в Рим, пришедший в запустение без своего законного владыки. Короли Франции и Англии, поглощённые Столетней войной, не вмешались в переселение папы, старательно сохранявшего политический нейтралитет. Но большая группа кардиналов не пожелала возвращаться с папой в обнищавший Рим: эти церковники выбрали себе другого папу в Авиньоне, и раскол «освобождённого» папства затянулся ещё на полвека.

9. *Ци, Цин, Цинь, Цзинь, Цзюнь Цзы, Цао Цао. Что означали эти слова в истории Китая? Кто и когда ввёл их в употребление?*

Ци — имя одного из из княжеств Древнего Китая (в низовьях Хуанхэ), где в 7 веке до н. э. министр Гуань Чжун положил начало государственной экономике, включая казённые монополии на соль и железо.

Другое значение слова Ци относится к натурфилософии: так китайцы обозначали заполняющий Вселенную «эфир», или вакуум.

Цин — последняя императорская династия в Китае: основанная маньчжурами в 1616 году, она правила всей Поднебесной с 1644 по 1911 год, и была уничтожена революцией марксистов европейского толка (Сунь Ят-сен и другие).

Цинь — название пограничного северо-западного княжества, которое в 4 веке до н. э. министр Шан Ян превратил в мощную военную державу, а веком позже царь Цинь Ши и министр Ли Сы расширили до первой китайской империи. Но эта империя погибла через 15 лет после её создания — из-за грубых экономических ошибок её руководства.

Цзинь — название нескольких царств и империй в Китае. Первое княжество Цзинь возникло к северу от реки Хуанхэ при распаде царства Чжоу — в 8 веке до н. э. Позднее это княжество начало постройку Великой Стены для отражения кочевников — хуннов.

Вторая Цзинь — военная монархия в Северном Китае, основанная в 3 веке н. э. полководцем Сыма Янем (потомком историка Сыма Цяня) на смену царству Вэй (см. ниже — Цао Цао) и погибшая в 4 веке — в ходе Переселения варварских народов.

Третья Цзинь — империя в Северном Китае, основанная завоевателями — чжурчженями в 1125 году и разрушенная монголами в 1235 году (при сыновьях Чингиз-хана). О её основателе — Агуда Ваньяте — см. решение задачи 5 (стр. 820).

Цзюнь Цзы — «Благородный Муж» — термин, введённый Конфуцием около 500 года до н. э. Он обозначает мудрого человека, постигшего законы Природы и Общества в такой мере, когда становится ясным главное в жизни: какие внешние перемены следует принимать спокойно (ибо они неизбежно вытекают из природы вещей), а каким можно и должно противодействовать силой и умом, несмотря на риск гибели (ибо при этом природа вещей — на твоей стороне).

Цао Цао — китайский воевода и правитель в эпоху распада империи Хань (конец 2 века н. э.), герой эпохи Троецарствия (Сань Го) — основатель царства Вэй. Он был похож на своих современников — «солдатских императоров» Римской державы: Септимия Севера и его наследников. В китайский фольклор вошла одна его фраза: «Лучше я сам кого-то обижу, чем меня кто-то обидит».

10. В этом году исполнилось 50 лет с открытия спиральной структуры ДНК. Кто и где сделал это открытие? Какие его последствия заметны в наши дни?

Строение молекулы ДНК в виде двойной спирали — или, точнее, «винтовой лестницы», состоящей из сахарно-фосфатного остова по бокам и «ступенек» в середине, составленных из пар оснований (аденин— тимин, гуанин— цитозин) — открыли весной 1953 года в Кембридже двое молодых учёных: англичанин Френсис Крик и американец Джеймс Уотсон. Они работали в лаборатории имени Кевендиша, основанной Максвеллом: ею тогда руководил Лоуренс Брегг, преемник Резерфорда. При обосновании своей спиральной модели Крик и Уотсон использовали рентгенограммы кристаллов солей ДНК, полученные в Лондоне Морисом Уилкинсом и Розалиндой Франклин — а также помощь американского биохимика Донохью, работавшего в Кембридже. За это открытие Уотсон, Крик и Уилкинс получили Нобелевскую премию в 1962 году.

На основе этого открытия в начале 1960-х годов Крик, Ниренберг и другие биохимики расшифровали *генетический код* — те правила, по которым каждая тройка оснований в цепи ДНК определяет единственную аминокислоту, входящую в состав того или иного белка, производимого в живой клетке по схеме ДНК→РНК→белок. Так перед биохимиками открылся путь к молекулярно-генетической классификации всех живых организмов — независимо от их привычной классификации по фенотипам организмов.

В конце 1960-х годов американец Говард Темин открыл новый белок-фермент: *ревертазу*, которая позволяет передавать генетическую информацию в обратную сторону: от РНК к ДНК. Это открытие позволило генетикам встраивать искусственно созданные отрезки ДНК внутрь генома живых организмов, направляя таким образом их биологическую эволюцию. Так началась генная инженерия — основа современных биотехнологий.

Кроме этих научных открытий, Уотсон описал открытие структуры ДНК в книге «Двойная спираль», ставшей шедевром научной журналистики 20 века.

11. *Найдите исторические ошибки в тексте.*

Для удобства текст приводится ещё раз. Фрагменты с историческими ошибками выделены курсивом; номера, которыми они отмечены, соответствуют номерам в последующем списке ошибок и комментариев.

Александр Македонский

В восьмой день *месяца нисан третьего года Сто Пятой Олимпиады*[1] *царь царей Александр*[2] возвратился в стольный город *Ка-Дингир*[3]. Восемь лет назад здесь — *в древнем храме Э-темен-ан-ки*[5] — царь богов *Бэл Мардук*[4] усыновил победоносного пришельца из северной страны *Аххиява*[6] и повелел ему идти с войском дальше — на восход Солнца, до тех пор, пока царь не увидит светлый лик Отца Богов *восходящим из предельного*[10] *Океана — Абзу*[9]. Измельчавшие владыки *хеттов*[7], персов и мидян не справились с великой задачей: за это Бэл Мардук лишил их власти над священной *Землёй Папируса*[11], передав сие бремя северным варварам. Справятся ли *дорийцы*[12] с таким поручением — или они тоже измельчали с тех пор, как *покоряли Пилос и Трою*[13] на стыке Азиис Европой?

И вот царь Александр вернулся с победой, чтобы воссесть рядом с Мардуком на престоле у Врат Богов — *там*[15], где некогда удалой *Гильгамеш из Киша*[14] одолел дракона Хумбабу и *заключил священный брак с богиней Иштар*[16]. *Их сын Энкиду*[17] и *сто поколений его потомков правили Землёй Папируса.*[18] Сколь долго удержится здесь династия Александра Олимпийского?

Эту тайну боги не открыли ни героям, ни мудрецам — хотя хитроумный *Аристофан немало потрудился над гороскопом*[20] *любимого ученика*[19] и его товарищей по оружию. Он предсказал славную *смерть Гефестиона в последней битве*[21] *с персами у Экбатаны*[22]. Он предрёк Птолемею и Селевку, что они, пережив своего друга и вождя, станут стражами его державы на крайних её рубежах — *в Иберии*[23] и *в Индии*[24, 25]. О себе старик Аристофан сказал лишь одно: он, к несчастью, *переживёт Любимца Богов на три года*[26]! Значит, державному Александру жить осталось совсем недолго — как недолго жили Гильгамеш и Ахиллес. Если так, то нужно спешить с перестройкой великой державы!

Первый шаг в этом деле Александр совершил, уравняв в правах три главных народа своей империи: греков, персов и *индийцев*[27]. Не случайно они говорят на сходных языках — хотя *боги разделили судьбы этих народов после Троянской войны*[28]! Учёный индиец *Панини составил по просьбе Александра*[29] трёхъязычный *словарь*[30] — и предложил царю царей начертать трёхъязычную надпись о своих подвигах *высоко в горах*[34] — *у истоков Инда и Ганга*[31]. Древний царь Саргон *из Урука*[32] оставил сходный текст *у истоков Тигра и Евфрата*[33] — и вот, *сорок поколений спустя*[35] потомки перечитывают его, не забывая *древнюю речь Шумера и Аккада*[36]!

Этот план понравился царю Александру. Но зачем ограничиваться Эверестом? Пусть копии отчёта о победах царя царей сохранятся *на всех границах империи — от Эфиопии до Кавказа, от Гималаев до Альп и столпов Геркулеса*[37]! Скоро *одноглазый храбрец Антиох отправится с этой целью на Запад*[38]. Флотоводец *Неарх, доставив царскую армию из Индии в устье Евфрата, уже отплыл вдоль берега Африки на юг — чтобы впервые обогнуть Чёрный материк и оставить памятник македонской доблести на южном краю Ойкумены*[39]. *А сам Александр должен поскорее перестроить храм Э-темен-ан-ки! В нём найдёт последнее успокоение неукротимый дух царя;*

над его могилой встанут в общий ряд все боги, усыновившие завоевателя[40]. Рядом с Мардуком и Энлилем, Шамашем и Иштар найдётся место для Тота и Зевса, Аполлона и Марса. Здесь же встанут статуи *Яхве*[41] и Гора, Мелькарта и Ахурамазды, *Аримана*[41] и Шивы. Все они славно потрудились ради объединения своих народов в мировой державе; пусть и впредь хранят её единство в стенах небывалого Пантеона!

Царь Александр умер на *сороковом году жизни*[42], едва успев увидеть свою гробницу и *передать власть юному сыну — Филиппу Виштаспу. Тот, не обладая талантами отца, стремился лишь сохранить в целости его империю*[43]. Чтобы не обижать её главные народы, царь *Филипп 5*[44] пожаловал столичный статус Александрии Египетской, *Карфагену Африканскому*[45] и *Гефестионии Крайней*[46], основанной его отцом на берегу Инда. Все эти полисы сделались рассадниками греческой науки, которая слилась с мудростью египтян и вавилонян, финикийцев и индийцев. Основным центром новой цивилизации сделалась Александрия на Ниле: там *Аристофан основал в честь Александра храм всех Муз*[47], *Академию*[48] и Библиотеку. *Этот университет процветает до наших дней — под арабским именем Дар-аль-Хикмат*[49].

Список ошибок и комментарии к тексту «Александр Македонский».

1. Нисан — месяц *вавилонского*, а не греческого календаря. Он несовместим с греческим летоисчислением по олимпиадам.

2. Сто пятая олимпиада охватывала 356–352 годы до н. э. Царевич Александр был тогда ещё младенцем.

3. Последней столицей Александра Македонского был Вавилон. Древнее шумерское имя этого города — Ка-Дингир — в 4 веке до н. э. было давно забыто.

4. Среди богов, официально объявленных «отцами» царя Александра, были греческий Зевс, египетский Амон и (возможно) персидский Ахура Мазда. Вавилонский бог Мардук в эту компанию не входил.

5. Главный храм древнего Вавилон — зиккурат Э-темен-ан-ки (Дом — Опора Земли и Неба) к моменту прихода македонцев лежал в руинах. Александр намеревался его восстановить — но не успел даже начать эту работу.

6. Древнее ближневосточное название Эллады — Аххиява («страна ахейцев») — вышло из употребления еще в эпоху Гомера.

7. Слава царства и народа хеттов была уже забыта в эпоху Александра Македонского.

8. Поход Александра из покорённой Персии в Индию не был обоснован велениями какого-либо древнего бога; Александр к тому времени сам себя объявил богом и в иных авторитетах не нуждался.

9. Абзу («бездна») — шумерское имя Океана или Персидского залива. В 4 веке до н. э. оно было уже забыто, а о восходе Солнца из моря жители Двуречья никогда не говорили.

10. Хетты, персы и мидяне, будучи континентальными народами, никогда не стремились достичь «восточного края Земли».

11. Жители Двуречья издревле называли свою страну «Землёй Владыки Тростника» (Ки Эн Ги) — но не «Землёй Папируса», который рос только в долине Нила.

12. Дорийцы — имя грекоязычных переселенцев гомеровской эпохи, основателей Спарты. К 4 веку до н. э. оно вышло из употребления.

13. Дорийские переселенцы покорили ахейский город Пилос на Пелопоннесе — вблизи от Спарты, но вдали от Азии. На стыке Азии с Европой (на берегу Геллеспонта) стояла Троя — но она была разрушена ахейцами задолго до прихода дорийцев.

14. Древний герой шумеров Гильгамеш был родом из города Урука, а не из враждебного Уруку города Киша.

15. Гильгамеш одолел чудище Хумбабу где-то в лесистых горах (либо в Эламе, либо в Ливане) — а не на равнине у Вавилона.

16. Гильгамеш *не* заключал брака с богиней Иштар, хотя она этого добивалась.

17. Энкиду («Хозяин Земли Доброй») — не сын Гильгамеша, а вождь каких-то пастухов или охотников, подружившийся с Гильгамешем, который впервые накормил его хлебом.

18. Династия Гильгамеша правила в Уруке в течение не более 5 поколений — и Гильгамеш, вероятно, был её последним представителем.

19. Учителем Александра и его друзей был не драматург Аристофан, а философ Аристотель.

20. Ни Аристотель, ни Аристофан никогда не составляли гороскопов, считая это занятие пустым суеверием.

21. Гефестион не погиб в бою, а умер от болезни — незадолго до смерти Александра.

22. Последняя битва Александра с персами произошла не у Экбатаны (это — столица Мидии), а у Гавгамелы.

23. Ни Александр, ни его преемники — диадохи — никогда не достигали Иберии (то есть Испании).

24. Селевк действительно унаследовал восточную окраину земель, завоеванных Александром. Но он вскоре был вынужден отступить из Индии, заключив мир с её новым хозяином — воином Чандрагуптой, основателем династии Маурья.

25. Птолемей, овладев Египтом, стал хранителем *южного* рубежа новых македонских владений.

26. Аристотель пережил Александра Македонского на *один* год. Аристофан же умер задолго до рождения Александра Македонского.

27. Не сумев покорить всю Индию, Александр *не* пытался помириться с индийцами так, как он помирился с персами — путём массовых межэтнических браков и включения побеждённых бойцов в свою армию.

28. Ни персы, ни индийцы не участвовали в Троянской войне — поскольку жили тогда вдали от границы Азии с Европой.

29. Индийский лингвист Панини жил намного позже, чем Александр Македонский.

30. Панини составил не словарь, а первую научную *грамматику* индийского языка — *санскрита*. Из текста этой книги видно, что Панини был знаком с иными индоевропейскими языками: персидским и греческим.

31. Воины Александра и его наследников не достигали истоков великих индийских рек: Инда, Ганга и Брахмапутры, которые лежат к северу от Гималаев и Гиндукуша.

32. Царь Саргон Древний правил не в Уруке, а в Аккаде.

33. Войска Саргона Древнего не достигали истоков Тигра и Евфрата, которые лежат в ущельях Малого Кавказа. Туда добирались только ассирийцы — намного позже.

34. Все сохранившиеся надписи Саргона Аккадского и его современников сделаны на отдельных каменных стелах — а не на скалах, как делали позже цари Ассирии и Персии.

35. Эпохи Саргона Аккадского и Александра Македонского разделены 20 веками. Это — не 40, а 70 или 80 человеческих поколений.

36. В эпоху Александра аккадский (древневавилонский) язык ещё сохранялся, как письменный (иероглифический) — но из обиходной речи он был уже вытеснен арамейским языком, который освоил алфавитную клинопись. Шумерский язык был давно забыт всеми, кроме немногих учёных жрецов Двуречья.

37. Эфиопия, Кавказ, Гималаи, Альпы и столбы Геркулеса (Гибралтар) — обо всех этих местах Александр Македонский мог слышать от путешественников, но его воины и разведчики не достигали ни одного из этих рубежей.

38. Среди сподвижников Александра одноглазым был лишь один: Антигон Моноклон. Он не отправлялся на запад, а овладел Малой Азией и Закавказьем.

39. Неарх — адмирал царя Александра — отплыл с флотом на юг лишь после смерти царя-завоевателя. Он пропал без вести в этом плавании — и не ясно, каких рубежей он достиг.

40. Александр не оставил завещания — в том числе о своей гробнице. Но ясно, что он не собирался воздвигать вокруг себя пантеон из *всех* известных богов Египта, Двуречья, Персии и Эллады — не говоря уже об индийских или шумерских богах.

41. Злой дух персов — Ариман и иудейский бог-творец Яхве никогда не имели видимых воплощений или статуй.

42. Александр Македонский умер в 33 года, а не в 40 лет.

43. Малолетние сыновья Александра Македонского погибли вскоре после его смерти — в ходе борьбы полководцев-диадохов за наследие великого завоевателя.

44. Царь Филипп 5 правил Македонией через сто лет после Александра — в эпоху Ганнибала, с которым этот царь союзничал. Он был потомком Антигона Одноглазого и *не* носил персидского имени — Виштасп.

45. Карфаген Финикийский не входил в состав державы Александра или его преемников.

46. Не было города «Гефестиония Крайняя». Были Александрия Крайняя (Маргиана) и Александрия Последняя (Эсхата) — это современные Мерв и Ходжент в Средней Азии.

47. Храм всех Муз — Мусейон — был основан в Александрии Египетской наследником Александра, учеником Аристотеля — Птолемеем Сотером. Там же Птолемей воздвиг гробницу Александра Македонского, тело которого он увёз из Вавилона.

48. Учреждение по имени «Академия» существовало только в Афинах, где его основал Платон — за 30 лет до рождения Александра Македонского. Там учился Аристотель. Эта Академия была закрыта христианским императором Юстинианом в 529 году н. э.

49. Дар-аль-Хикмат («Дом Мудрости»)— имя исламской Академии Наук, основанной в Багдаде в конце 8 века н. э.

12. *Найдите исторические ошибки в тексте.*

Для удобства текст приводится ещё раз. Фрагменты с историческими ошибками выделены курсивом; номера, которыми они отмечены, соответствуют номерам в последующем списке ошибок и комментариев.

Фридрих Штауфен

Император Фридрих *Сирота*[1] *встретил свой сорокалетний юбилей в Иерусалиме*[2] — священном городе трёх религий, одинаково приятных трижды коронованному крестоносцу. Свой первый венец инфант Федериго получил ещё *в детстве — в Сиракузах*[3], когда пришла весть *о гибели его славного деда Барбароссы в бою*[4] с сарацинами, в Святой земле. Вторая — *прусская корона*[5] легла на чело принца Фридриха, когда умер *его могучий отец — Генрих 5 Птицелов*[7], *отвоевавший Южную Италию у великого папы Иннокентия*[6]. Мать — нормандская *царевна Ингигерда*[8] — передала 16-летнему сыну свои права на *Лигурию*[8] и Калабрию, а также *потомственную вражду*[9] с наместниками Святого Петра в Риме.

К сорока годам удачливый Фридрих пережил уже пятерых пап: от грозного *Иннокентия 1*[10] до престарелого *Григория 13*[10], *который в приступе безумия отлучил императора от Христовой церкви*[11]. Странное было решение! Но умный Фридрих решил не спорить с безумцем, а отправился в крестовый поход на Восток — *навстречу языческим ордам Чингиз-хана*[12]. Тот, правда, умер раньше, чем Фридрих вступил в Иерусалим; но сын Чингиза — *буддист*[14] *Менгу*[13] — *охотно признал*[15, 16] права христианского кагана на священный город христиан, совсем не нужный степнякам-монголам. *Посланец Фридриха*[17] —

Виллем Рубрук — достиг монгольской столицы *у Байкала*[18] и *участвовал там в диспуте с папским нунцием Плано Карпини*[19] о правах цезаря и папы перед лицом Менгу-кагана.

Умный степняк ощутил родственную душу в заморском императоре и предложил ему совместный поход против мусульман Египта. Ведь эти негодяи предательски убили монгольских послов *и держат в плену короля французов*[20, 21]! Фридрих, конечно, согласился. *В союзе с монголами*[22] *он сможет отобрать Константинополь у жадных и глупых немецких крестоносцев*[23] — и возложить на свою выносливую голову золотой венец Востока, вслед за серебряным венцом Запада! Этот двойной успех положит конец крестовым походам: византийские владения вновь соединятся под знаком Креста, а *монахи-тамплиеры получат свободный доступ в Китай, недавно покорённый монголами. Сменится ещё одно поколение — и, быть может, внук или правнук Чингиза объявит себя христианским императором Китая*[24, 25]? О таком триумфе не мечтал даже Александр Македонский; ради него стоит потрудиться всем христианским вождям Запада!

Король Людовик 7, освобождённый Фридрихом из плена[26], одобрил сей благочестивый проект. Но увы — безумный папа Григорий воспринял союз Людовика и Фридриха с монголами против мусульман, как вероотступничество! Изгнанный войском Фридриха из Рима, *папа созвал в пограничном Авиньоне съезд всех врагов Франции*[27] и Германии — и объявил против этих стран очередной крестовый поход. *В ответ рыцари Северной Франции обрушились на южных соседей-папистов*[28]; северные *германские князья ворвались с огнём и мечом в земли православной Литвы. Литовцам помогли новгородцы — и восточный натиск немцев иссяк*[30], без особых последствий. Зато юг Франции был разорён дотла; *вернувшемуся из плена королю Людовику пришлось долгие годы залечивать раны, нанесённые Прекрасной Франции её собственной рукой*[29]. *За эти подвиги терпения благодарные потомки прозвали короля Людовика Христианнейшим и Святым*[31]: конечно, это случилось много позже кончины безумного папы Григория 13.

На Востоке безумные поступки папы Григория тоже принесли немало вреда. Император Фридрих был вынужден покинуть Иерусалим, *чтобы воевать против папы, опираясь в Северной Италии на католиков-норманнов*[32], а на Юге *пользуясь наёмными мамлюками из Египта*[33]. В итоге боевой союз Фридриха с монголами против мусульман расстроился; не удалось и католическое крещение монгольской династии Юань в Китае. В памяти потомков император Фридрих 2 Сирота остался с прозвищем «Ступор Мунди» — *«Потрясатель Вселенной»; вряд ли случайно это прозвище оказалось точным переводом монгольского титула «Чингиз-хан» на западную латынь*[34]. Кстати, *потомки великого немца Фридриха из дома Штауфен носили имперский венец в течение восьми поколений — вдвое дольше, чем потомки великого монгола Тэмучжина из рода Борджигин*[35].

Список ошибок и комментарии к тексту «Фридрих Штауфен».

1. Императора Фридриха 2 Штауфена *не* называли сиротой. Хотя он лишился

отца на втором году жизни и матери — на восьмом году, но после этого до совершеннолетия пребывал под опекой римского папы Иннокентия 3.

2. Фридрих 2 родился в 1197 году — значит, 40 лет ему исполнилось в 1237 году. К этому времени император давно вернулся из Палестины в Италию.

3. Детство Фридриха 2 прошло на Сицилии — но не в Сиракузах, а в Палермо — столице нормандских правителей острова, наследницей которых была мать Фридриха.

4. Дед Фридриха 2 — крестоносец Фридрих 1 Барбаросса — не погиб в бою, а утонул при переправе через небольшую речку в Малой Азии. Это случилось в 1190 году — ещё до рождения Фридриха 2.

5. В 13 веке «прусской короны» ещё не было: Пруссия как герцогство появилась в 16 веке, а королевством она стала в 18 веке.

6. Отцом Фридриха 2 был император Генрих 6 Штауфен (сын Фридриха Барбароссы). Он *не* воевал с Иннокентием 3, который был избран папой в 1198 году — после смерти Генриха 6.

7. Птицелов — прозвище саксонского герцога и германского короля Генриха 1, который жил в 10 веке.

8. Мать Фридриха 2 звали Констанцией, а не Ингигердой. Она была нормандской герцогиней (а *не* царевной) Сицилии, Калабрии и Апулии (южноитальянских земель), но *не* владела Лигурией — областью на севере Италии (в устье реки По).

9. Династия нормандских герцогов Сицилии *не* враждовала с римскими папами до совершеннолетия Фридриха 2 и его ссоры с папой Григорием 9.

10. Иннокентий 1 был папой в 5 веке — задолго до возникновения Римско-Германской Империи в Западной Европе. Григорий 13 был папой в конце 16 века — через 400 лет после эпохи Штауфенов.

11. Фридрих 2 был отлучён от церкви папой Григорием 9 в 1227 году — за неучастие в 5 Крестовом походе и за опоздание к началу 6 Крестового похода. Он отбыл в свой «личный» Крестовый поход в 1228 году — уже находясь под церковным отлучением.

12. Чингис-хан умер летом 1227 года — задолго до прибытия Фридриха 2 в Палестину.

13. Наследником Чингис-хана в его империи стал не его *внук* Менгу, а сын Угэдэй.

14. Ханы Угэдэй и Менгу были не буддисты, а приверженцы старой степной веры — культа Вечного Синего Неба.

15. Партнёром Фридриха 2 в переговорах о судьбе Иерусалима стал не монгольский хан, а египетский султан Кемаль — потомок Саладина.

16. Султан Кемаль охотно уступил Иерусалим Фридриху 2 — потому, что этот город попал под удар исламских тюрок, бежавших из Средней Азии под напором монголов и не признававших никого из ближневосточных правителей.

17. Виллем Рубрук прибыл в столицу монголов, как посланец французского короля Людовика 9 (Святого) — а не императора Фридриха 2 Штауфена.

18. Монгольская столица — Каракорум — находилась не у Байкала, а гораздо южнее — в предгорьях горного хребта Каракорум (что значит «Чёрная Каменная Осыпь»).

19. Папский посол Иоанн Плано Карпини побывал в Каракоруме за два года до Виллема Рубрука, и не встречался с ним. Оба эти посольства произошли в 1240-е годы — намного позже пребывания Фридриха 2 на Ближнем Востоке.

20. Монгольская армия, посланная ханом Менгу, достигла Ближнего Востока только в 1258 году — после смерти Фридриха 2 и его врага — папы Иннокентия 4, а также после возвращения короля Людовика 9 во Францию.

21. Людовик 9 попал в плен к египтянам в 1248 году — когда Фридриха 2 давно уже не было на Ближнем Востоке.

22. Монгольский полководец Кит Бука-нойон (вероятно, христианин несторианского толка) в 1259 году сделал предложение палестинским католикам-крестоносцам о военном союзе против мусульман Египта. Но в Палестине тогда не нашлось ни одного дальновидного, властного и смелого католического правителя. Поэтому рыцари отвергли предложение монголов. В итоге Кит Бука-нойон был разбит и погиб — а через 30 лет последние крестоносцы были изгнаны мусульманами из Палестины.

23. Византийцы, потерявшие Константинополь в 1204 году, приняли в 1250-е годы помощь от монгольского хана Ногая — и сумели вернуть себе столицу, изгнав оттуда французских крестоносцев в 1261 году.

24. Рыцари-монахи (тамплиеры и госпитальеры) не вели миссионерскую проповедь среди язычников. Эти занимались другие монахи: доминиканцы и францисканы.

25. Проповедь монахов-доминиканцев, достигших Китая в правление хана Хубилая (после 1260 года), не имела там заметного успеха. Сам Хубилай симпатизировал буддизму.

26. Король Людовик 9, попав в плен к египтянам из-за низкой дисциплины своих рыцарей, был выпущен из плена за большой выкуп в 1250 году — после смерти Фридриха 2 Штауфена.

27. Церковный собор, направленный против Фридриха 2, был созван в 1246 году — но не в Авиньоне, а в Лионе — во владениях короля Людовика 9. Этот собор *не* был направлен против Франции — напротив, он призвал французов к новому крестовому походу на Восток, в ходе которого Людовик 9 попал в плен к египтянам.

28. Крестовый поход северофранцузских рыцарей с целью покорения Южной Франции под предлогом ее «еретичества» («альбигойская ересь») происходил не во время борьбы пап с Фридрихом 2, а гораздо раньше — в начале 13 века (1207–1229).

29. Людовик 9 был истовый католик и ненавидел еретиков: он не сделал ничего для облегчения участи покорённых южан-французов, и был ими ненавидим до конца своих дней.

30. Походы германских крестоносцев в *языческую* Литву начались в 1200-е годы. Союз Литвы с Новгородом складывался редко и ненадолго (например, с участием Миндовга и Александра Невского — в 1258–1263 годах). Оттого восточный натиск немецких крестоносцев не иссякал до католического крещения Литвы в конце 14 века.

31. Титул «Святой» Людовик 9 получил за двукратное участие в Крестовых походах и за безупречное рвение в делах веры — будь то борьба с еретиками или с евреями. Но титул «Христианнейший» укоренился в династии Капетингов с середины 12 века — когда король Людовик 7 помогал папе Александру 3 скрываться от императора Фридриха Барбароссы.

32. В борьбе с римскими папами император Фридрих 2 имел поддержку лишь на Юге Италии — в своих наследственных владениях. Северные коммуны Италии опасались самовластия Фридриха 2 так же, как они прежде опасались его деда — Фридриха 1, и потому поддерживали пап против императора. Так во Флоренции «папская» партия гвельфов одержала верх над «имперской» партией гибеллинов.

33. Император Фридрих 2 не нуждался в воинах-мамлюках из Египта. В его родной Сицилии он мог вербовать неподкупных гвардейцев из местных мусульман — и делал это с успехом.

34. Прозвище Фридриха 2 — Stupor Mundi — означает «Изумление (или даже Обалдение) Мира». Оно было дано императору на необычайно разносторонние знания (включая 8 разных языков) и редкий дар договариваться с иноверцами — от еврейских финансистов до египетского султана. Сюда относится также веротерпимость, доходящая до безразличия: христианин, мусульманин или иудей — все едино, если ты верно служишь императору! Чингис-хан обладал сходными наклонностями — но ему было проще их воплотить в политику, поскольку он действовал среди воинов-язычников. Его титул значит просто: Великий хан.

35. Потомки Тэмучжина правили в Китае в течение 5 поколений, но в Золотой Орде — в течение 10 поколений. Напротив, уже сыновья Фридриха 2 погибли, не оставив наследников, в борьбе со ставленниками папского престола — герцогами из Анжуйской ветви дома Капетингов.

Аналитический обзор

Конкурс по Истории 2003 года получился весьма удачным. Из 10 задач основного цикла непокорённой осталась лишь одна — **первая** по порядку и самая простая по формулировке. Что имел в виду автор прекрасного двустишия? Кто он был, когда он жил?

Увы, ни один школьник не узнал фразу А. С. Пушкина! Даже те немногие (в основном — восьмиклассники), кто угадал автора стихов, не смогли сопоставить краткий диапазон рождения зрелых пушкинских строк (1826–1837) с политическими реалиями той поры. Ясно, что дело происходит в Турецкой империи — но кого там казнят? Кроме геноцида армян (1915) и истребления восставших болгар (1877), ничего в голову не приходит. А зря! В 1820-е годы Османская держава была потрясена восстанием греков, но ещё более — истреблением корпуса

янычар по приказу султана Махмуда 2 в 1826 году, одновременно с подавлением декабристов в России.

Это случайное совпадение роковых событий подвигло Пушкина на глубокое сравнение: две великие азиатские империи одновременно обезглавили свои армии! Как будут жить Россия и Турция без привычного засилья гвардейцев? Неужели верх возьмут разночинцы? Молодой Пушкин не решился пророчествовать по свежим следам грозных событий. В итоге глубоко задуманные и блестяще начатые стихи остались незавершёнными и поныне известны в основном в узких кругах историков.

Иная причина отпугнула школьников от **второй** задачи, посвящённой москвоведению сталинской эпохи. Кто же нынче с интересом читает надписи на мемориальных досках? Особенно если этих досок — штук 30 в ряд, как на известном «Доме на набережной»! Но вот, нашлись два (и только два!) знатока: Павел Васильев из Классической гимназии № 610 Санкт-Петербурга и Соня Филина из московской школы № 1223. Соня вспомнила людей попроще и почеловечнее: шахтёра Алексея Стаханова, актрису Любовь Орлову, дирижёра и композитора А. В. Александрова. И, конечно, маршала М. Н. Тухачевского — героя войн с немцами и поляками, друга Шарля де Голля, усмирителя кронштадтских матросов и тамбовских крестьян, не сумевшего свергнуть Сталина.

Павел тоже не прошёл мимо Тухачевского, он вспомнил «Священную войну» Александрова, а вместе с нею — героя небес Михаила Водопьянова, спасавшего полярных героев-челюскинцев в 1934 году, а в войну бомбившего глубокие тылы вермахта. Жаль, что Павел не вспомнил кстати конструктора боевых самолётов — Артёма Микояна, который тоже жил в Доме на набережной и уцелел в лихие годы благодаря своему хитрейшему брату — министру Анастасу Микояну.

Неожиданно трудной оказалась ещё одна простая задача (№ 3) по хронологии: как историкам удалось датировать основание Старой Ладоги? Многие школяры сообразили, что 1250 лет назад на Руси не могло быть речи ни о летописях, ни о берестяных грамотах. Можно допрашивать только брёвна из древних срубов — но **как** их допросить? Большинство юных археологов понадеялись на радиоуглеродный анализ — хотя его погрешность на таком интервале может быть более 100 лет. Никто не вспомнил другое волшебное слово: *дендрохронология*! Непрерывная шкала срезов брёвен на Новгородчине тянется до начала 8 века. Только она позволила археологам узнать точный срок первой порубки на месте будущей Старой Ладоги.

Напротив, эрудиция московских и питерских школяров в географии войн 20 века (задача № 4) оказалась высока. Многие знают откуда-то (наверняка не из учебника!), что «чудо на Марне», спасшее Париж в 1914 году, произошло в том краю, где в 451 году вестготы и римляне остановили Аттилу: ведь Шалон на Марне — это древний галльский Каталаун!

Другие школяры вспомнили, что древняя Троя стояла на восточном берегу Дарданелл — и сообразили, что именно здесь английский флот пытался прорваться с юга к Стамбулу в 1915 году (Галлиполийская операция). Успеха британцы не имели — вероятно, потому, что не были готовы держать осаду 10 лет, как древние ахейцы. Вот и распалась Британская империя полвека спустя!

Куда сложнее вопрос насчёт битвы при Калке. Какой именно приток Дона носил это имя в 13 веке? Не ясно! Но ясно, что именно там сражались красноармейцы Уборевича и Егорова с белогвардейцами Деникина в незабываемом (пока) 1919 году. Там же сыновья героев 1919 года сдерживали натиск фельдмаршала Рундштедта осенью 1941 года — в первой битве за Ростов. Там же прорывался к Кавказу немецкий маршал Лист весной 1942 года. И там же то наступал, то отступал хитроумный маршал Манштейн в 1943 году — когда Красная армия сперва душила солдат Паулюса в Сталинградском котле, а потом рвалась от Ростова к Харькову.

Заметно хуже помнит большинство школьников эпоху Крестовых походов — если речь идёт (в задаче № 5) не об их прямых участниках, а лишь о современниках. Владимир Мономах — вот единственный русский деятель, которого вспомнили многие школьники. А кто тогда был великим князем киевским? Кто ещё, кроме Мономаха и Святополка Изяславича, участвовал в знаменитом Любечском съезде князей? Кто там кого ослепил? Кто из половецких ханов боролся с Мономахом за власть над украинской степью? Кто увёл побеждённых половцев на Кавказ — и стал соратником Давида Строителя в обороне Грузии от исламских набегов из Закавказья? Кто, наконец, описал эти события в русских, грузинских или византийских летописях — чтобы мы знали подробности, не ограничиваясь гениальной шуткой современных гимназистов: «Мономах отвлёк половцев от общественно вредного труда; они сбежали на Кавказ, где Давид Строитель привлёк их к общественно полезному труду»? Максимальный результат по этой задаче — 6 верно названных князей, царь Давид Строитель, император Алексей Комнен и два русских летописца — Нестор и Сильвестр. Такого успеха добился только один мастер: девятиклассник Дима Тяпин из Классической гимназии Санкт-Петербурга. Ханов Тугоркана и Атрока, писательницу Анну Комнину, султана Баркиярука и учёного поэта Омара Хайяма вспомнили 1–2 школьника. И на том спасибо!

Зато порассуждать о войнах за Испанское, Австрийское и прочие наследства (задача № 6) — к этому оказались готовы очень многие школьники. Правда, назвать даты этих войн, имена их участников — это дело потруднее. Здесь пролёг рубеж между знайками и полузнайками, которые надеются лишь на незаслуженную милость судьбы.

Столь же популярной оказалась задача № 7 — о триумфах Цезаря и Августа. Тут знайки выделились из толпы полузнаек пониманием того, что **не каждая** победа подходит для триумфа. Например, блестящая победа Цезаря над Помпеем при Фарсале была не по душе большинству римских граждан — так же, как россиянам — победа Ельцина над Руцким в октябре 1993 года. Тут и там граждане убивали сограждан: нельзя этому публично радоваться! Вот победа над галлами или азиатами — дело хорошее, его надо отметить триумфом. Оттого хитроумный Цезарь замаскировал две свои последние победы над согражданами-республиканцами (при Тапсе — в Африке и при Мунде — в Испании) с помощью удобных иноземных имён. Как будто Цезарь одолел в этих битвах лишь нумидийского царя Юбу и мятежных иберов, а не своего давнего соратника Лабиена и не сыновей славного Помпея! Так же действовал Октавиан

в Египте: он там, конечно же, воевал не со славным Антонием, а с коварной туземкой Клеопатрой, которая совратила римского героя! Да, история «чёрного пиара» — тоже важная часть Всемирной Истории. . .

Давно известно, что самая опасная наука для историка — это Арифметика. Ибо она беспощадна! Чтобы выяснить, какой плен дольше (Вавилонский или Авиньонский), нужно помнить точные даты их начала и конца. Вместо этого большинство школяров в задаче № 8 отделалось общими словами: дескать, Вавилонский плен длился «несколько веков», Авиньонский же уместился в одном 14 столетии.

Неправда! Нужно знать даты правлений и побед вавилонского царя Навуходоносора (он взял Иерусалим в 586 году до н. э.) и Кира Персидского — он взял Вавилон в 538 году и отпустил иудеев по домам. Вспомнить эти даты сумели только семиклассник Дима Федюшко из 1018 школы и Дима Князев из 9 класса 1411 школы. Но младший Дима превзошёл старшего в знании точных дат 14 века: он вспомнил не только дату переселения папы Климента 5 в Авиньон (по требованию короля Филиппа Красивого — в 1309 году), но также год возвращения папы Григория 11 в Рим — 1377. Жаль, что ни один школьник не вспомнил роль Катарины Сиенской в этих событиях! Эта смышлёная и волевая девица-доминиканка буквально за руку отвела растерянного папу-француза из уютного, обжитого Авиньона в бесхозный, загаженный Рим и приказала: «Наведи порядок в Городе и в Мире!» Не случайно эта Катарина вдохновила своим примером очередную святую деву — Жанну Дарк, которая через полвека вывела из захолустного Буржа павшего духом дофина Франции — Карла 7 Валуа.

Особая судьба выпала «китайской» задаче № 9. Ни один ломоносовец не сумел решить ее единолично, но все вместе они удачно справились с восточной загадкой. Легко угадать, что первые 4 слова (Ци, Цин, Цинь, Цзинь) — названия древнекитайских царств или имперских династий. Каждую династию кто-нибудь вспомнил, ибо Цинь была первой в их ряду, Цин — последней (она закончилась в 20 веке), а Цзинь была завоевана Чингиз-ханом. Древнее княжество Ци в низовьях Хуанхэ не вспомнил никто — зато многие знают, что иероглиф, читаемый Ци, обозначает в китайской философии мировой Эфир, а в физике — вакуум.

Остаются Цзюнь Цзы и Цао Цао: это, вероятно, какие-то деятели. А на каждого деятеля найдется свой знаток: один школяр вспомнил, что имя Цао Цао встречается в историческом романе «Троецарствие», другой вспомнил термин Цзюнь Цзы («благородный муж») из сочинений Конфуция. Юные историки, не стесняйтесь неполноты своих знаний! Взрослые учёные работают так же: чего не знает один, то ведомо другому, так что *все* знают **всё**.

Сходным путём была решена задача 10 по истории биологической науки. Здесь столкнулись мнения специалистов из двух научных культур — естествоиспытателей и гуманитариев. Приведем две цитаты:

А) Володя Цвингли (школа 57, 11 гуманитарный класс): «ДНК открыли Уотсон и Крик в Англии. С тех пор какие-то маньяки пытаются научиться изменять геном человека и копировать друг друга».

Б) Наташа Кулыгина (гимназия 1543, 10 биологический класс): «Двойная спи-

раль ДНК была открыта Уотсоном и Криком. Ощутимые последствия таковы:
1) Возможность **прочтения** генома — технология уже отработана, новые данные появляются практически ежедневно.
2) **Модификация** генома позволяет синтезировать новые штаммы бактерий, пригодных для синтеза лекарств или сильных ядов (биологическое оружие). Сейчас идёт дискуссия о создании совершенного человека, но пока это только слова».

Заметьте, как удачно дополняют эти два текста друг друга — и третий вариант решения, предложенный автором задачи № 10 (см. стр. 823).

И наконец — поиск ошибок в тексте вокруг Александра Македонского или Фридриха Штауфена. Это занятие оказалось сродни поиску грибов в осенних лесах урожайного 2003 года. Бесполезно считать найденные грибы поодиночке — тут счёт идет на корзины. Гораздо интереснее разобраться в **ненайденных** ошибках, взяв за образец обе корзины самого удачливого из грибников — Андрея Когута из 57 школы (42 балла за Александра, 36 — за Фридриха). Чего в них нехватает?

Во-первых, многострадальный месяц нисан: его относили к любому календарю, кроме греческого! То ли римский, то ли арабский, то ли еврейский — а на самом деле вавилонский. Так и должно быть, ибо действие происходит в Вавилоне, который стал основной столицей Александра Македонского (Александрия Египетская возвысилась позже — при Птолемее). Имя древнего города всегда означало «Врата Богов»: по-аккадски это звучало Баб-Или, по-шумерски Ка-Дингир, чего не поняли многие ломоносовцы.

Далее: титул «царь царей», изобретённый ассирийцами и унаследованный персами. Конечно, он перешёл к разрушителю персидской империи — Александру Македонскому, а после его смерти исчез на 6 веков — до возрождения державы Сасанидов в Иране и перерождения Римской империи при Константине.

То же забвение шумерского языка побудило многих школьников перенести храм Э-темен-ан-ки (то есть, Дом в основании земли и неба) в самую дальнюю даль — в заокеанское царство инков, которое возникло лишь в 14 веке! Это — роскошная историческая ошибка. Кто её сделал — тот, вероятно, сам когда-нибудь сочинит тексты с ошибками, не уступающие нынешним «анналам» Александра Македонского и Фридриха Штауфена.

Та же участь ждет школьников, заявлявших, что «Хумбаба — это не дракон, а другой монстр (вероятно, химера)». Где они видели представителей сих трёх чудовищных сословий — не ясно.

Более печальна массовая ошибка в исторической географии: очень многие ломоносовцы забыли, что самый удобный путь из Двуречья в Индию (или обратно) ведёт по морю — между устьем Евфрата и устьем Инда. Там плавали ещё шумеры, потом аккадцы, и наконец — македонцы, во главе с критянином Неархом.

Успешное выступление многих ломоносовцев на конкурсе по лингвистике делает непростительной их общую ошибку вокруг персоны первого лингвиста — Панини, автора первой научной грамматики санскрита. Даже век его жизни не

известен нам точно — но ясно, что работал он **после** первого контакта индийской мысли с греческой мыслью, учинённого Александром Македонским.

Перейдём теперь к ученическим перлам вокруг персоны Фридриха 2 Штауфена. Что он — внук Барбароссы, знают многие; а вот чей он сын — это проблема! Отца кое-как вычислили: Генрих 6 (а не пятый!), и никакой не Птицелов — тот жил ещё в 10 веке. А вот мать — как же её звали, могла ли она быть нормандкой и католичкой одновременно? Конечно, могла: ведь Южной Италией и Сицилией с 11 века владели католики-нормандцы, по благословению папы Григория 7 отвоевавшие эти земли у мусульман и византийцев. Принцесса Констанция была законной наследницей Королевства обеих Сицилий — от Палермо до Неаполя (**не** включая северную Лигурию). Эти земли она передала малолетнему сыну Фридриху в те годы, когда Чингиз-хан основал империю в Монголии.

Действительно, Фридрих Штауфен *не* вступал в прямые контакты с представителями Монгольской империи. Но он знал, что пожинает косвенные плоды монгольских военных побед. Если бы не полный разгром мусульман монголами в Средней Азии — разве согласился бы египетский султан Кемаль подарить Фридриху Иерусалим, вновь ставший прифронтовым городом? Пусть государь франков сам охраняет это владение от возможной атаки язычников с востока!

Увы — Фридриху пришлось покинуть священный город Востока, чтобы изгонять из столь же священного Рима упрямого папу Григория 9 — своего почти что родича. Ибо старик Григорий 9 был **дядей** умершего Иннокентия 3 — а тот был опекуном юного сироты Фридриха Штауфена! Потом эти свояки обменивались анафемами, провозглашали своих антипап и антицезарей, переманивали на свою сторону итальянские коммуны. Иерусалим был забыт европейскими христианами — и опять достался азиатским мусульманам. Благо, монголы так и не дошли сюда, отвлечённые сперва покорением Китая, а потом Руси.

Войска Батыя и Менгу достигли Северной Италии, разбили немцев и поляков в 1241 году. Но и тут контакт монголов с Фридрихом не состоялся: Батый повернул назад, чтобы повлиять на выборы очередного кагана и учредить свою столицу на Волге. Папско-императорская распря длилась до смерти Фридриха: он действительно пережил пятерых пап, но шестой пережил его! Лишь после этого финала папа Иннокентий 4 и король Людовик 9 (освобождённый из плена в Египте) направили своих послов через Сарай-Бату в Каракорум. Эти дипломаты (Карпини и Рубрук) не вступали ни в какие споры о вере или власти, но сообщили своим владыкам простую истину: католическая вера и союз с Европой не нужны монголам, а европейским католикам ни к чему диалог с победоносными язычниками. Спасибо и на том, что монголы привели в порядок Великую Степь: по ней теперь можно пересечь Евразию, не опасаясь разбойников! Увы — Фридрих Штауфен не успел воспользоваться золотым веком евразийцев, хотя сам император немало сделал для синтеза новой цивилизации на стыке Европы и Азии.

Теперь можно сравнить успехи разных возрастов и разных научных школ на общем историческом поле многогранного Турнира Ломоносова в 2003 году. Среди 11-классников бесспорно доминируют гуманитарии из московской школы 57. Им достались в этом году 6 премий. Ещё 3 пришлись на долю других школ

Москвы (52, 110, 1199), 2 другие — на долю питерских гимназий (Классической и Академической), а ещё три премии разобрали ребята из Оренбурга. Молодцы провинциалы, не давайте столичникам почивать на лаврах!

Состав победителей в 10 классе гораздо ровнее и скромнее: 6 премий получили 5 московских школ (57, 618, 1189, 1223, 1525) и одна питерская физматшкола (30). Зато среди 9-классников гегемония петербуржцев бесспорна: 4 лауреата из 610 гимназии, один Игорь Кравчук из школы 371. Москвичам этого возраста достались 4 премии: они распределились по школам 57, 1199, 1514 и 1527. Опять одна из премий досталась универсальному «классику» Диме Тяпину (610), другая — упрямому математику Ване Лимонченко (57), который принципиально не хочет искать **чужие** ошибки в исторических текстах. Вольному — воля! Если Ваня получил ещё и премию по литературе — значит, он знает, как нужно жить математику среди своих и среди чужих. Кажется, это знают также Карина Буянова из Петербурга, Женя Сичкарёва из Оренбурга — и, наверное, многие другие ломоносовцы.

А вот 8-классники в этом году не особенно блеснули. Высшую премию получил Коля Бородинов из новорождённой гимназии «Интеллектуал»: он нашёл более 30 ошибок в тексте про Александра Македонского, и сделал кое-что ещё. Среди других выделяется многогранностью работа Сергея Засухина (школа 91): он неплохо справился с наследством Австрии, Турции и Испании, а также с китайскими династиями. Не уступил этим двум москвичам питерский «классик» Илья Виленский. Он оказался хорошо знаком не только с Александром Македонским и Фридрихом Штауфеном, но также с нобелевскими генетиками — Криком и Уилкинсом, которого серьёзный Илюша предпочёл буйному Уотсону.

Любопытное равновесие сил двух столиц обнаружилось в 7 классе: по две премии получили два школьника из Москвы и две школьницы из Петербурга. Дима Федюшко из школы 1018 был лауреатом и в прошлом году; теперь рядом с ним встали Женя Добрынин (576), Даша Боровкова (371) и Далила Абу Хакемах (610). Ещё 7 семиклассников получили похвальные отзывы: пожелаем им больших успехов в грядущие годы!

Историков самого младшего возраста на турнире было столь мало, что каждый их заметный успех достоин упоминания. Ваня Рыбаков и Никита Шишканов из Москвы, Наташа Кузнецова из Петербурга — их главные успехи ещё впереди.

Завершим этот анализ численной сводкой успехов по Истории: из 960 написанных работ по истории премий удостоены 38 (среди них 23 — от москвичей). Ещё 96 работ отмечены похвальными отзывами, и около 180 — баллами за успехи в многоборье.

КОНКУРС ПО АСТРОНОМИИ И НАУКАМ О ЗЕМЛЕ

Вопросы

Отвечайте на **любые** из предложенных вопросов, которые Вам интересны. Достаточно дать правильные ответы на 4 вопроса. Больше — можно. При подве-

дении итогов будут учтены количество правильных ответов, их полнота и Ваш класс (возраст).

1. Многие думают, что лето наступает тогда, когда Земля подходит ближе к Солнцу, а осень и зима, — когда отодвигается от него. Насколько это верно?

2. В космосе летает огромное количество обломков старых спутников и взорвавшихся ракет: около 10 000 шт. размером больше 10 см, до 150 000 шт. размером около 1 см, несколько миллионов — меньше 1 см. Предложите способы очистки от «космического мусора».

3. Какое небесное светило в настоящее время совершает Великое противостояние? «Против» чего оно выступает, и в чём состоит его «величие»? Какие Вы помните «заслуги» этого светила перед наукой и человечеством? Какой звезде присвоили имя в честь противостояния?

4. Какая географическая тайна Земли была решена через почти 6000 лет после её первого осознания?

5. Почему климатические зоны на поверхности Земли не перемещаются? Какая связь между значением слова *климат* и греческим klima (наклон)? Некоторые говорят, что от больших полярных шапок Земля может перевернуться, и север с югом поменяются местами. Возможно ли это?

6. Увеличивается или уменьшается температура при подъёме (или, наоборот, при опускании) в атмосфере, в океане, в толще земли?

7. Почему морская вода солёная? Океан — среда жидкая и постоянно перемешивается. Однородны ли его воды? Могут ли в океане быть потоки пресной воды или наоборот, очень солёной? Были ли моря и океаны когда-нибудь в прошлом пресными? А в будущем?

8. Как открывали планеты раньше? Как их открывают теперь? Каков наибольший временной перерыв в открытиях новых планет? Сколько времени потребовалось человечеству от первой научной постановки задачи поиска планет около других звёзд до реального открытия первой экзопланеты (вне Солнечной системы)?

9. Какие Вы можете назвать затмения, имевшие театральные, литературные или исторические последствия?

10. В старину люди жили «по солнцу»; а потом стали строить себе механические часы и от солнца отказались. Почему? (у парижских часовщиков был даже свой девиз: «Солнце показывает время обманчиво»). Когда в счёте времени отказались от «услуг» звёзд? Какие небесные объекты можно использовать в качестве эталонных часов, какие нельзя и почему? Зачем нам нужно равномерное время? Какие физические процессы реально используются для измерения и хранения времени? (Попробуйте предложить несколько технологий равномерного точного времени).

Ответы и комментарии к вопросам конкурса по астрономии и наукам о Земле

В этом году мы отступили от традиции и не стали готовить подробные ответы на все астрономические вопросы. Ключевые смысловые моменты (за упоминание которых участникам начислялись баллы), раскрывающие суть вопросов, перечислены ниже. Подробный ответ мы подготовили только к четвёртому вопросу (про географические тайны), показавшийся нам наиболее важным, интересным и сложным — см. стр. 842.

Подробные ответы на остальные вопросы вы сможете найти, пользуясь приведённым списком ключевых слов, в материалах турнира прошлых лет (опубликованы в интернете по адресу http://www.mccme.ru/olympiads/turlom), в других интернет-ресурсах, в научно-популярной и учебной литературе.

Ключевые слова и краткие ответы

Вопрос 1.
Наклон оси Земли.
Зависимость нагрева поверхности от угла падения лучей.
Продолжительность светового дня.
Сезоны северного и южного полушарий.
Эллиптичность орбиты, расстояние до Солнца.
Перигелий Земли (угловые размеры Солнца).
Различие астрономических и погодных сезонов.

Вопрос 2.
Сбор манипулятором.
Световое давление надувной пузырь.
Тормозной двигатель «прилипала».
Отмечены: безвоздушное пространство, космические скорости, инерция движения.

Вопрос 3.
Марс.
Противостояния планет.
Великие противостояния Марса.
Кеплер — эллиптические орбиты Марса и Земли.
Загадка «марсиан» и жизни на Марсе.
Звезда — Антарес.

Вопрос 4.
Разлив Нила в древнем Египте; описание загадки Нила — Геродот.
Открытие истока Нила — экспедиция 1874-1889 гг. Стенли Генри Мертона (Джон Роулендс); исток Нила — р. Кагера из оз. Виктория.
Развитие цивилизаций в долинах великих рек.
Другие предлагавшиеся тайны: ось вращения Земли; полюса Земли; дно океана; Антарктида; природа вулканов; происхождение жизни и человека; форма и вращение Земли; внутреннее строение Земли; природа земного притяжения;

природа затмений; землетрясения; магнитные полюса; движение континентов и многое другое.

Вопрос 5.
Климатические зоны — высота солнца.
Евдокс — наклон поверхности земли.
Колебания климата.
Перемещение материков.
Оледенения.
Смена магнитных полюсов.

Вопрос 6.
Уменьшение в тропосфере.
Увеличение в ионосфере.
Термоклин в море.
Максимальная плотность воды 4 °C.
Почвенный слой Земли.
Вечная мерзлота.
Горячие недра.

Вопрос 7.
Ионный раствор.
Ионный состав.
Размывание горных пород.
Выбросы извержений.
Формирование первичных океанов.
Пресные потоки.
Солёные потоки.
Пресные «океаны» — Байкал.

Вопрос 8.
7 планет древности.
Телескопические открытия: Галилей (случайно наблюдал Нептун); Гершель — Уран.
Открытия по гравитационным возмущениям: Леверье.
Малые планеты; Транснептуны.
Программы планетных исследований; Программы поиска малых тел.
Джордано Бруно — множественность миров и других планет.
Поиски и открытия экзопланет.

Вопрос 9.
Слово о полку Игореве.
Янки при дворе короля Артура.
Затмение 1919 Эйнштейн.
Король Лир.
Затмения в летописях; Указ Петра 1.
«Хи и Хо».
Затмение Колумба.
Измерение скорости света Ремером по затмениям спутников Юпитера.

Вопрос 10.
Часы дневные, часы ночные.
Часы: песочные, водяные, маятник, механические, электронные, огненные.
Уравнение времени 16 минут.
«Время по звёздам».
Неравномерность вращения Земли.
Барицентрическое время.
Атомное время.
Пульсарная шкала.

Ответ на вопрос № 4.

Какая географическая тайна Земли была решена почти через 6000 лет после её первого осознания?

Первое, на что следовало бы обратить внимание многим из тех, кто писал ответ на этот вопрос, является тот срок, который задан: 6000 лет — это безумно много! Может быть, даже слишком много и для того варианта ответа, который предполагался в качестве правильного.

Длительность голоцена — современного межледникового периода оценивается в 11 тыс. лет. В период от 13 до 8 тыс. лет назад в некоторых местах мира произошла т. н. «неолитическая революция», благодаря которой людям удалось одомашнить животных; они научились выращивать урожай, обрабатывать металлы и перешли к оседлому образу жизни. Наиболее благоприятными для первых земледельцев были долины больших рек, в которых сочетались тёплый климат, обилие влаги и плодородные наносные почвы. Именно великие реки, осуществляющие процессы размывания основных пород в верховьях, транспорт минеральных элементов вдоль русла и формирование затем из них обширных орошаемых площадей в долинах, стали зонами аккумуляции первобытных земледельческих народов. (Забавно, что в современную эпоху аналогичными центрами аккумуляции населения являются мегаполисы). Соответственно, районы Нила, междуречья Тигра и Евфрата, долины Инда, Ганга, Хуанхэ и Янцзы стали центрами развития человеческой цивилизации на протяжении многих тысячелетий. С тех далёких времён человечество разделилось (условно, конечно) на дикие племена, бродящие по лесам, пустыням и горам, и т. н. культурные народы, периодически (раз в несколько веков или чаще) сменяющие друг друга на одном и том же месте.

С тех далеких времён у нас нет никаких (пока нет) письменных источников или документов, нам не известны (пока не известны) какие-либо царства или иные устойчивые государственные образования. Например, даже пирамида Джосера в Египте, считающаяся самым старым сооружением человеческой цивилизации, имеет меньший возраст — предположительно около 5000 лет; датировки возраста иных значительных сооружений также предположительны или спорны. Интересно отметить, что даже мифические «сотворения мира» произошли в большинстве своём позже рассматриваемого периода времени. Только в византийском летосчислении мир уже был «сотворён» (01 сентября

5508 г. до н. э.), да юлианские даты, предложенные Ж. Скалигером в 1583 г., начинаются от 01 января 4713 г. до н. э. В других культурах мир «создали» позже: иудейская эра от 07 октября 3761 г. до н. э., индийская эра Калиюга — от 18 февраля 3102 г. до н. э., китайская эра Хуанди — от 2637 г. до н. э.

По-видимому, можно назвать очень немного знаний и вещей, которые 6000 лет назад уже были созданы людьми. В области астрономии это были первые примитивные лунные календари, т. е. системы счёта дней по фазам Луны. Интересно, что наиболее древние рисунки фаз Луны выполнялись охотниками на стенах пещер, камнях или костях ещё в эпоху палеолита 10–15 тыс. лет назад. Кроме этого, 7–8 тыс. лет назад люди выделили на небе первые созвездия на пути Солнца, из которых позднее сложился Зодиак. Задачи земледелия, такие как сроки сева и сбора урожая, периодичность осадков и поливов, — привели к созданию системы годового земледельческого календаря.

Ещё самыми первыми жителями долины Нила был замечен и зафиксирован в системе организации своего труда тот годовой цикл, которому следует эта великая река: в середине июля начинался быстрый подъём уровня воды. Разлив Нила достигал максимума около октября, и только к январю река возвращалась к своей нижней отметке. Во время разлива Нил полностью затоплял[1] свою долину и дельту, сносил границы между участками земли и временные постройки, но зато взамен разрушений покрывал всё толстым слоем плодородного ила, на котором затем вырастал замечательный урожай. И эти циклы реки повторялись из года в год, из века в век, в течение всех тысячелетий, пока человек обитает на берегах великого Нила.

Естественно, что такое жизнеутверждающее событие не могло пройти мимо внимания околонильских народов и не найти своего отражения в их сознании. Ещё около 4000 г. до н. э. любопытными и наблюдательными людьми было замечено, что время начала разлива Нила удивительным образом совпадает со временем первого появления на небе звезды Сириус перед восходом Солнца. Такое появление (восход светила в лучах утренней зари непосредственно перед рассветом) называется гелиакическим восходом. Поскольку дату начала разлива всегда целесообразно и желательно было знать по возможности заранее, то естественно, что лица заинтересованные заблаговременно начинали посматривать на небо и спрашивать о том у людей сведущих в счёте дней и рисунках звезд; а люди сведущие, в свою очередь, достаточно просто постарались преобразовать свои знания в свою власть. Примерно в это же время (6000 лет назад) создается и первый собственно годовой календарь из 360 дней — первый солнечный, а не лунный календарь, хотя и неточный.

Поскольку звезда Сириус по счастливому стечению обстоятельств является к тому же и самой яркой звездой всего нашего небосвода, то естественно, что именно её и назвали самой главной богиней Сотис (Исида). Условная связь между звездой и рекой (или, если угодно, между небом и землёй) оформилась в виде общеизвестной классической фразы: «Сотис великая блистает на небе, и Хапи (Нил) выходит из берегов своих». Эта истина и существует уже 6000 лет.

[1]Сейчас водосток Нила регулируется Асуанской плотиной, 11-летнее строительство которой было официально закончено 15 января 1971 года. Строительство старой Асуанская плотины было закончено в 1902 году, тогда это была самая большая плотина в мире.

Однако же, это не более, чем констатация простого временного совпадения. Собственно же причина регулярных разливов Нила и местонахождение его истока оставались неизвестными. Все другие реки, в том числе крупные, тоже испытывают сезонные изменения своего уровня от половодья до межени, но у всех других рек эта взаимосвязь уровня воды и сезона очевидна: либо таяние снегов, либо сезон дождей. Нил же составляет удивительное исключение из общего правила. Дело в том, что он является единственной столь протяжённой рекой, текущей в меридиональном направлении. К тому времени, когда нильский паводок достигал густонаселенной дельты (в июле месяце!) там стояла самая сильная жара, и никаких дождей давным-давно уже не было.

Для примитивного мышления древних народов достаточным объяснением этой загадки было религиозное объяснение: так угодно богам! Бога Нила древние египтяне изображали сидящим в глубине горной пещеры в окружении священных змей и с кувшинами воды в руках: когда бог Хапи находил это нужным, он наклонял кувшины и выливал из них очередную порцию воды. Напомним, что для египтян основным направлением в их мире было направление на юг, где выше всего поднимаются боги на звёздном небе, где далеко-далеко находятся высокие горы, откуда и течёт Великий Нил.

Попытки отыскания истоков Нила в древние времена привели только к открытию обширной Нубийской пустыни на юге, а также к обнаружению того места, где Нил образуется из двух потоков — Голубого и Белого Нила. Их же истоки вновь терялись далеко на юге, уже в тропической зоне, и по-прежнему оставались неизвестными. И хотя в 600 г. до н. э. мореплаватели фараона Нехо совершили один из величайших (но забытых) подвигов — обошли морем вокруг всего африканского континента за 3 года, его центральные части оставались недоступными и непознанными. Описание загадки Нила, как и многие другие сведения о жизни древнего Египта, дошли до нас в трудах греческого историка Геродота (около 484 — около 425 гг. до н. э.).

В эпоху Великих географических открытий европейская цивилизация не только повторила (Васко да Гама, 1499 г.), но и превзошла достижения древних, однако европейские колонизаторы оставалась в основном на побережье континента. Исследования же внутренних частей Африки по существу начались только в 19 веке. На этом поприще наиболее знаменит английский учёный-путешественник Ливингстон, открывший в глубине Африки водопад и огромное озеро, названные в честь королевы Виктории. В этот же период стала понятна и сезонная зависимость нильского паводка, которая отражает периодичность муссонных дождей в экваториальной зоне Африки, столь далёкой и столь непохожей на северное побережье Египта. Открытие же собственно истока Нила совершила экспедиция под руководством Стенли Генри Мертона (Джон Роулендс) в 1874–1889 гг. Истоком Нила является река Кагера, вытекающая из оз. Виктория. Таким образом, от первого осознания до полного раскрытия загадки Нила прошло почти 6000 лет.

Участниками турнира предлагались и многие другие тайны нашей планеты: ось вращения Земли; полюса Земли; дно океана; Антарктида; природа вулканов; происхождение жизни и человека; форма и вращение Земли; внутреннее строение Земли; природа земного притяжения; природа затмений; землетрясения;

магнитные полюса; движение континентов и многое другое. К сожалению, сейчас нет времени останавливаться на подробном рассказе об этих очень интересных проблемах, многие из которых также имеют многотысячелетнюю историю, однако все они всё же моложе, чем загадка Нила.

Вопросы, ответы и комментарии конкурса по астрономии и наукам о Земле подготовил д. ф.-м. н. Андрей Михайлович Романов — главный специалист Отделения физических наук Российской академии наук (romanov@gpad.ac.ru).

Критерии проверки и награждения. Статистика

Ответ на каждый вопрос конкурса по астрономии и наукам о Земле оценивался в баллах (обычно по одному баллу за каждый указанный ключевой момент в ответе, иногда, за наиболее полные и подробные ответы, — больше); баллы, полученные участником за все ответы, суммировались. Результат определялся в зависимости от суммы баллов и класса.

Грамоты «за успешное выступление на конкурсе по астрономии и наукам о Земле» и баллы многоборья присуждались в соответствии с суммой баллов по задачам, с учётом классов, в которых учатся участники турнира:

Класс	балл многоборья (e)	грамота (v)
$\leqslant 2$	3	5
3	4	6
4	4	6
5	5	7
6	6	8
7	9	11
8	12	14
9	13	15
10	14	16
11	15	17

Статистика результатов конкурса по астрономии и наукам о Земле по классам (по работам, написанным участниками турнира в Москве).

класс	всего участников	конкурс по астрономии и наукам о Земле			
		участников	грамоты (v)	баллы многоборья (e)	остальные участники
2	1	1	0	1	0
3	1	0	0	0	0
4	3	0	0	0	0
5	60	32	3	16	13
6	183	76	22	25	29
7	693	308	48	81	179
8	953	457	50	95	312
9	1142	427	53	126	248
10	1194	404	35	109	260
11	796	233	28	56	149
ср. проф.	2	0	0	0	0
Всего	5028	1938	239	509	1190

2002

XXV ТУРНИР им. М. В. ЛОМОНОСОВА

29 сентября 2002 г.

ОТЧЕТ

Решение о проведении Ломоносовского турнира было принято вечером 18 октября 1978 года. В том самом первом «заседании» оргкомитета, а точнее — встрече на Киевском вокзале Москвы, приняли участие Аркадий Вайнтроб, Николай Репин, Виктор Тяхт и бессменный с тех пор председатель оргкомитета Николай Николаевич Константинов. С тех пор турнир проходил ежегодно, отметив в этом, 2002 году, своеобразный юбилей — 25 лет.

Последние несколько лет по уже сложившейся традиции турнир проводится в последнее воскресенье перед первой субботой октября, а через неделю (первая суббота октября) начинаются занятия Малого мехмата — школьных математически кружков в Московском университете, куда приглашаются участники турнира.

Тем самым следующий, **26-й Ломоносовский турнир состоится в воскресенье 28 сентября 2003 года**.

Участником может стать *любой* школьник (задания ориентированы на учеников 6–11 классов, но никаких запретов и ограничений для остальных нет). Турнир организован так: одновременно в нескольких аудиториях проводятся конкурсы по разным предметам (традиционно это математика, физика, химия, история, биология, лингвистика, астрономия и науки о Земле, литературе, в этом году был восстановлен конкурс по математическим играм). Участники могут в любой момент приходить в любую аудиторию, взять задания, порешать их (самостоятельно выбирая задачи и решая, сколько времени на них потратить), сдать работу и идти на следующий конкурс. Жюри в этот момент только следит за порядком и отвечает на вопросы.

Торжественное закрытие и награждение проходит примерно через 2 месяца. За это время жюри проверяет работы (а их больше 10 тысяч!) и подводит итоги. Авторы хороших работ получают грамоты «*За успешное выступление на конкурсе по* . . . (название предмета)». По доброй традиции жюри не предъяв-

ляет к работам никаких «олимпиадных» и «профессиональных» требований — достаточно, чтобы рабочей группой по предмету (состоящей из аспирантов, студентов, школьных учителей, руководителей кружков, научных сотрудников) работа была признана **хорошей** (грязь, плохой почерк, грамматические ошибки и т. п. жюри при оценке работ не учитывает, но и не одобряет). За некоторые из остальных работ даётся «балл многоборца» (за 2 или больше таких балла (по разным предметам) даётся грамота «*За успешное выступление на конкурсе по многоборью*». Всем школьникам, которые участвовали в турнире в Москве и правильно указали свой почтовый адрес и *индекс*, оргкомитет разослал открытки с оценками по каждому заданию по каждому предмету (по традиции буквой v обозначается успешное выступление (от слова Victoria — победа), буквой ε — баллы многоборья). В этом году жюри очень порадовалось большому количеству хороших работ, в результате впервые грамотами было награждено больше половины участников.

Как всегда, самым популярным предметом оказалась математика. По традиции на этом конкурсе предлагаются не очень сложные задачи — потому как вскоре после Ломоносовского турнира в Москве проводится осенний тур международного математического Турнира Городов.

Ещё один математический конкурс — «математические игры», был адресован восьмиклассникам и более младшим школьникам. В качестве «задач» тут предлагаются игры, в которых нужно выяснить (и именно это и является математической задачей), кто из игроков — делающий ход первым или его соперник, сможет выиграть, или игра закончится вничью. Возможно, здесь вы найдёте новые для себя игры, в которые просто интересно поиграть. Вообще, теория игр — это вовсе не развлекательный, а вполне серьёзный раздел математики.

Первая задача по физике называется «волшебный мостик». В задаче предлагается разобраться, что же изображено на фотографии мостика (не волшебного, а самого обыкновенного, построенного в полном соответствии с законами физики). Герой другой задачи — Змей Горыныч — попал на обложку этой книжки. Задачи для более старших школьников сформулированы более серьёзно. В них речь идёт о бесконечных цепочках резисторов, подробно разбираются причины, влияющие на форму «солнечного зайчика», одном из малоизвестных вариантов электрофорной машины, в котором используются капли воды («капельница Кельвина») и др.

Из условия и решения одной из задач конкурса по биологии вы узнаете о рифтиях — удивительных животных, живущих в глубинах океана в очень необычных условиях. Столь же необычны строение и физиология этих организмов.

В разделе, посвящённом конкурсу по химии, подробно разбираются задачи о тайнописи с помощью фенолфталеина, о заполнении пропусков в уравнениях различных химических реакций, о полимерных цепочках с различными типами химической связи. Школьникам старших классов адресованы две сложные задачи по органической химии — про синтез изомерных иодалканов и про количественное определение фенола.

В разделе, подготовленном организаторами лингвистического конкурса, вы узнаете о языке сумо, на котором говорят в далёкой центральноамериканской стране Никарагуа, о древнеиндийском языке санскрит, а также о том, что такое

супплетивные формы слов и их примеры из русского и других языков. Ребятам, серьёзно интересующимся лингвистикой, адресовано приглашение на факультатив (кружок), проходящий по четвергам в Институте лингвистики РГГУ.

Все три задания конкурса по литературе так или иначе посвящены стихам. Здесь вы можете узнать про японские трёхстишия хокку, а также познакомиться с оригинальными, отчасти юмористическими, попытками приспособить эту стихотворную форму к русскому языку и сюжетам известных произведений русской и зарубежной литературы. Очень интересное направление русской поэзии начала 19 века — стихотворный перевод с иностранных языков — затрагивается во втором задании. Конечно, не забыта и современная поэзия — советская гражданская лирика конца 1980-х годов, которая, опять же, очень интересно и неожиданно переплетается с сюжетами многих других литературных произведений.

Решение одного из заданий по истории («текст с ошибками» про Наполеона) написано участницей турнира. Оно оказалось намного лучше варианта, первоначально предложенного жюри турнира.

На первый вопрос конкурса по астрономии и наукам о Земле — об астрономической символике на флагах государств мира — жюри подготовило подробный ответ. Таких государств, оказывается, больше 50 (жаль, что книжка чёрно-белая, и поэтому все эти флаги нельзя напечатать). К остальным вопросам приводятся только краткие указания, «зацепки».

В Москве на 25 Ломоносовском турнире был зарегистрирован 3771 участник (школьники 4–11 класса), во всех остальных городах в сумме участников было примерно столько же или чуть больше. Жюри проверило 12592 московские работы, а также работы из Харькова и Санкт-Петербурга (в остальных местах проверкой и подведением итогов занимались местные организаторы). 2019 московских участников были награждены грамотами за успешное выступление на конкурсах по различным предметам.

Ниже приводится таблица результатов участников турнира 2002 года, получивших грамоты за успешное выступление по трём предметам и более (включая многоборье). К сожалению, опубликовать результаты всех участников, награжденных грамотами за успешное выступление, не представляется возможным из-за огромного объема информации. Но полную таблицу результатов можно посмотреть в интернете по адресу http://www.mccme.ru/olympiads/turlom/2002.

Названия предметов:

МА — математика, МИ — математические игры,
ФИ — физика, ХИ — химия,
БИ — биология, АС — астрономия и науки о Земле,
ЛИ — лингвистика, ИС — история,
ЛТ — литература, МН — многоборье.

Фамилия, Имя	Кл.	Школа №	Город	Грамоты
5 класс				
Лаврентьев Кирилл	5	шк. 1940	Москва	БИ ЛИ ИС
6 класс				

Фамилия, Имя	Кл.	Школа №	Город	Грамоты					
Васильев Марат	6	шк. 1	Москва	ХИ	БИ	МН			
Григорьев Сергей	6	шк. 610	СПб	МА	БИ	МН			
Жилиба Ольга	6	шк. 610	СПб	ХИ	БИ	АС			
Колонин Иван	6	шк. XXI в.	Москва	МА	БИ	АС			
Листопадова Александра	6	шк. 1554	Москва	ФИ	ХИ	БИ	АС		
Привалова Дарья	6	шк. 1576	Москва	МА	БИ	АС			
Романько Денис	6	шк. 1201	Москва	ФИ	БИ	АС			
Семенов Вячеслав	6	шк. 1018	Москва	ФИ	БИ	АС			
Теплицкая Яна	6	шк. 610	СПб	ХИ	БИ	АС			
Шелудько Роман	6	шк. 371	СПб	БИ	АС	ИС			
7 класс									
Авилов Артем	7	шк. 539	Москва	МА	ФИ	АС	ИС		
Анрюшин Роман	7	шк. 719	Москва	МА	БИ	АС			
Бабежко Дмитрий	7	лиц. 3	Оренбург	МА	БИ	МН			
Бадасен Елена	7	шк. 1806	Москва	МА	БИ	АС	ИС		
Баранов Кирилл	7	шк. 654	Москва	МА	БИ	АС			
Бородинов Николай	7	шк. 1189	Москва	МА	БИ	МН			
Бражникова Ольга	7	шк. 444	Москва	ХИ	БИ	АС			
Веремейчик Анна	7	шк. 2	Москва	МИ	ФИ	АС			
Веретенкин Павел	7	шк. 1205	Москва	ХИ	БИ	МН			
Виленский Илья	7	шк. 30	СПб	ХИ	АС	ИС			
Волосова Надежда	7	шк. 1528	Москва	МА	БИ	АС			
Галицын Михаил	7	шк. 654	Москва	ФИ	ХИ	МН			
Грицай Ярослав	7	шк. 1018	Москва	МА	ФИ	АС			
Гусев Михаил	7	шк. 1518	Москва	МА	ИС	МН			
Гуткина Светлана	7	шк. 444	Москва	ФИ	БИ	АС			
Дьяков Михаил	7	шк. 470	Москва	МА	БИ	МН			
Кафтан Дарья	7	шк. 548	Москва	ХИ	АС	МН			
Колеватов Сергей	7	шк. 30	СПб	МА	ФИ	ХИ	БИ	АС	
Кудрявцев Алексей	7	шк. 57	Москва	МА	ФИ	БИ			
Купляков Виталий	7	шк. 7	Раменское	ФИ	БИ	АС			
Лагузинская Валентина	7	шк. 1514	Москва	БИ	АС	ИС			
Малютина Елена	7	шк. 618	Москва	МА	АС	МН			
Маркеева Анастасия	7	шк. 654	Москва	ХИ	БИ	АС	МН		
Мартынов Александр	7	шк. 56	Москва	МА	БИ	АС			
Марчук Алексей	7	шк. 654	Москва	ФИ	БИ	АС			
Милько Александра	7	шк. 1690	Москва	МА	БИ	АС			
Миронов Сергей	7	шк. 1514	Москва	МА	ФИ	ХИ	БИ		
Нагапетян Лилит	7	шк. 1514	Москва	МА	АС	МН			
Пахомов Федор	7	шк. 17	Королёв	ФИ	БИ	МН			
Пискунова Настя	7	гим. 1567	Москва	МА	БИ	АС			
Поташев Александр	7	шк. 2	Москва	МА	ФИ	ХИ	АС		
Реброва Елизавета	7	шк. 2	Москва	МА	МИ	БИ			
Реморов Александр	7	шк. 1514	Москва	МА	ФИ	АС	ЛИ		
Савин Дмитрий	7	шк. 1304	Москва	МА	ФИ	АС			
Солянкин Петр	7	шк. 444	Москва	ХИ	БИ	АС			
Филяева Людмила	7	шк. 1199	Москва	ФИ	БИ	АС			
Школьный Данила	7	шк. 1199	Москва	МА	АС	ИС	МН		
Щербаков Дмитрий	7	шк. 444	Москва	МА	ФИ	БИ	АС		
8 класс									
Анисимов Денис	8	шк. 618	Москва	ХИ	БИ	АС			
Бакурский Сергей	8	шк. 654	Москва	МА	МИ	ФИ	ХИ	БИ	АС
Бараненко Александр	8	шк. 152	Москва	ФИ	БИ	АС			

Фамилия, Имя	Кл.	Школа №	Город	Грамоты				
Баранов Дмитрий	8	шк. 1	Жуковский	МА	ФИ	АС		
Батов Иван	8	лиц. –	Протвино	ФИ	ХИ	АС		
Белов Владимир	8	шк. 1151	Москва	ФИ	БИ	АС		
Беседин Артем	8	шк. 1044	Москва	ФИ	БИ	АС		
Богданов Андрей	8	шк. 52	Оренбург	ФИ	БИ	АС		
Боцкалев Владимир	8	шк. 7	Москва	МА	ХИ	МН		
Боярская Мария	8	шк. 371	СПб	МА	БИ	ЛИ		
Брызгалов Андрей	8	шк. 1411	Москва	МА	ФИ	БИ		
Васильева Мария	8	шк. 610	СПб	МА	БИ	ЛИ		
Влахов Андриан	8	шк. 371	СПб	БИ	АС	ЛИ		
Волохонский Алексей	8	шк. 371	СПб	БИ	АС	МН		
Гершт Савва	8	шк. 610	СПб	БИ	АС	ЛИ		
Горбанев Никита	8	шк. 1199	Москва	ФИ	АС	МН		
Горобцов Олег	8	шк. 1189	Москва	МА	БИ	АС		
Горшкова Нина	8	шк. 192	Москва	ХИ	БИ	ЛИ		
Грамматикати Конст.	8	шк. 1189	Москва	ФИ	ХИ	АС		
Громан Кристина	8	шк. 5	Москва	ХИ	БИ	ИС		
Добрынин Данила	8	шк. 1050	Москва	ФИ	ХИ	АС		
Елистратова Ксения	8	шк. 1189	Москва	ФИ	БИ	АС		
Ерпылёв Иван	8	шк. 59	Оренбург	ХИ	БИ	АС		
Жужлева Дарья	8	шк. 1199	Москва	БИ	АС	МН		
Жужлева Надежда	8	шк. 1199	Москва	ХИ	АС	МН		
Зверкин Александр	8	шк. 1199	Москва	ФИ	ХИ	МН		
Зенкевич Егор	8	шк. 548	Москва	МА	ФИ	ХИ	АС	
Знаменская Наталия	8	гим. 82	Черноголовка	МА	ХИ	БИ	ЛИ	
Калашникова Наташа	8	гим. 82	Черноголовка	МА	БИ	ЛИ		
Калинин Дмитрий	8	шк. 654	Москва	ФИ	ХИ	АС		
Калюжный Максим	8	шк. 1514	Москва	МА	ФИ	ХИ	БИ	МН
Киселёв Александр	8	шк. 1189	Москва	МА	БИ	АС	МН	
Князев Дмитрий	8	шк. 1411	Москва	МА	ФИ	ИС		
Ковров Денис	8	шк. 1199	Москва	МА	ЛИ	МН		
Козлов Иван	8	шк. 537	Москва	МА	БИ	ЛИ		
Колобков Дмитрий	8	шк. 1514	Москва	МА	ХИ	МН		
Копелиович Сергей	8	шк. 30	СПб	МА	ФИ	АС		
Корешков Константин	8	шк. 610	СПб	МА	ФИ	БИ	АС	ИС
Королев Иван	8	лиц. 1537	Москва	МА	ФИ	АС	ИС	
Корчагин Александр	8	лиц. 1557	Москва	МА	ФИ	ХИ	БИ	
Кочетков Павел	8	шк. 1315	Москва	МА	ХИ	АС		
Кочетов Егор	8	шк. 26	Москва	МА	ФИ	АС		
Кравчук Игорь	8	шк. 371	СПб	АС	ЛИ	ИС		
Крат Степан	8	шк. 1828	Москва	МА	ФИ	БИ		
Кругликова Анна	8	шк. –	Москва	ФИ	БИ	МН		
Крыгин Михаил	8	шк. 1624	Москва	ХИ	БИ	МН		
Крючков Роман	8	шк. 2	Раменское	МА	ФИ	ХИ		
Логинов Павел	8	шк. 654	Москва	МА	МИ	ХИ	БИ	
Лопес-Морено Дарья	8	шк. 845	Москва	ФИ	АС	МН		
Ляпин Гелий	8	шк. 1189	Москва	ФИ	ХИ	АС		
Макаров Илья	8	шк. 444	Москва	МА	ФИ	АС		
Малышкина Елена	8	шк. 853	Москва	ХИ	ЛИ	МН		
Мальцев Дмитрий	8	шк. 680	Москва	МА	ФИ	МН		
Медянкин Никита	8	шк. 1514	Москва	МА	БИ	АС	ЛИ	ИС
Мельник Василий	8	шк. 444	Москва	МА	ФИ	АС	ИС	
Милованова Анна	8	шк. 1514	Москва	МА	МИ	ФИ		
Михайлова Екатерина	8	шк. 30	СПб	ФИ	БИ	АС		
Морозов Андрей	8	шк. 1189	Москва	МА	ХИ	МН		

Фамилия, Имя	Кл.	Школа №	Город	Грамоты					
Надточий Святослав	8	шк. 422	Москва	ФИ	ХИ	ИС			
Нехорошев Илья	8	шк. 1541	Москва	МА	ХИ	БИ			
Новикова Кристина	8	шк. 1201	Москва	МА	ФИ	МН			
Олейник Андрей	8	шк. 610	СПб	МА	ФИ	ХИ	БИ		
Ошемкова Наталья	8	шк. 2	Фрязино	МА	МИ	ФИ			
Павленко Ольга	8	шк. 1189	Москва	МА	ФИ	БИ	АС		
Пиперски Александр	8	шк. 125	Москва	МА	ФИ	ХИ	АС	ЛИ	ИС
Письмак Дарья	8	шк. 30	СПб	МА	ФИ	МН			
Польской Денис	8	шк. 82	Черноголовка	МА	МИ	ХИ	БИ		
Попова Дарья	8	шк. 1189	Москва	ФИ	БИ	АС			
Постухов Андрей	8	шк. 1189	Москва	ФИ	БИ	АС			
Потапов Данила	8	шк. 1557	Москва	МА	ФИ	ХИ	ЛИ		
Простов Михаил	8	шк. 151	Москва	МА	ХИ	БИ	АС		
Романов Олег	8	шк. 1040	Москва	МА	ФИ	ХИ	АС		
Романова Анастасия	8	шк. 610	СПб	БИ	АС	ИС			
Сергиевский Дмитрий	8	шк. 1018	Москва	МА	ФИ	ХИ			
Сизова Анна	8	шк. 618	Москва	МА	ХИ	ЛИ			
Синельникова Елена	8	шк. 371	СПб	БИ	АС	ЛИ			
Смирнов Станислав	8	шк. 1189	Москва	МА	БИ	АС			
Темляков Андрей	8	гим. –	Климовск	МА	ХИ	АС			
Тимофеев Антон	8	шк. 30	СПб	МА	ФИ	БИ	ЛИ		
Трифонов Павел	8	шк. 1554	Москва	ФИ	ХИ	БИ			
Трутаева Майя	8	шк. 618	Москва	ФИ	БИ	АС			
Турчихин Семен	8	шк. 654	Москва	ХИ	АС	МН			
Тяжельников Владимир	8	шк. 82	Москва	МА	БИ	МН			
Харин Александр	8	шк. 853	Москва	МА	ФИ	АС			
Хасанова Гюльнара	8	шк. 1189	Москва	БИ	АС	ИС	МН		
Христофоров Михаил	8	шк. 239	СПб	МА	ФИ	БИ			
Чудакова Катя	8	шк. 463	Москва	ХИ	ИС	МН			
Шастин Владимир	8	шк. 82	Черноголовка	МА	БИ	МН			
Шевелёва Анна	8	шк. 845	Москва	ФИ	ХИ	МН			
Шиколай Анатолий	8	шк. 30	Оренбург	МА	ФИ	БИ			
Шихов Сергей	8	шк. 1624	Москва	ХИ	БИ	ИС	МН		
Эршлер Игорь	8	шк. 654	Москва	МА	ФИ	ХИ			
Яковлев Василий	8	шк. 1199	Москва	МИ	ХИ	МН			
9 класс									
Абгарян Микаэл	9	шк. 1018	Москва	ФИ	ХИ	МН			
Агеева Мария	9	шк. 1514	Москва	МА	ХИ	БИ	АС	ЛИ	
Астахова Зоя	9	шк. 1518	Москва	ХИ	БИ	МН			
Ахсанов Ильяс	9	шк. 1537	Москва	МА	БИ	АС	ИС		
Березин Михаил	9	шк. 1199	Москва	ФИ	ХИ	АС	МН		
Берсенева Ольга	9	гим. –	Раменское	БИ	АС	МН			
Богдан Игнат	9	шк. 81	Москва	ХИ	АС	МН			
Борис Андрей	9	шк. 82	Москва	МА	ФИ	МН			
Бурлаченко Вера	9	шк. 911	Москва	ХИ	БИ	АС			
Буянова Карина	9	шк. 30	СПб	БИ	АС	ИС			
Васильев Илья	9	шк. 1537	Москва	ФИ	АС	ЛИ			
Вирченко Александр	9	шк. 1537	Москва	ХИ	АС	ЛИ	МН		
Витюков Фёдор	9	лиц. 4	Королёв	ХИ	АС	МН			
Власов Дмитрий	9	шк. 1554	Москва	БИ	АС	МН			
Головко Алексей	9	шк. 82	Москва	МА	ХИ	БИ	ЛИ		
Гребеник Надежда	9	шк. 57	Москва	МА	ЛИ	ИС			
Гриценко Олег	9	лиц. 4	Королёв	МА	ФИ	ХИ			
Дарбинян Мкртич	9	шк. 5	Москва	БИ	АС	МН			

Фамилия, Имя	Кл.	Школа №	Город	Грамоты				
Двас Николай	9	шк. 30	СПб	МА	ФИ	ХИ	АС	
Дорогуш Елена	9	шк. 654	Москва	ХИ	АС	МН		
Дудина Галина	9	шк. 30	СПб	МА	АС	МН		
Загрядский Олег	9	шк. 1543	Москва	МА	ФИ	ХИ	АС	
Иванов Владимир	9	шк. 30	СПб	ХИ	БИ	АС		
Карцева Елена	9	лиц. 4	Королёв	МА	ФИ	ХИ	БИ	АС
Кашкин Егор	9	шк. 745	Москва	ФИ	ХИ	БИ	МН	
Киселева Ольга	9	шк. 30	СПб	ФИ	АС	МН		
Ковтун Екатерина	9	шк. 1537	Москва	ФИ	АС	ЛИ		
Козловская Мария	9	шк. 1518	Москва	ХИ	АС	ЛИ		
Коробкова Ирина	9	шк. 654	Москва	ХИ	БИ	МН		
Королькова Юлия	9	шк. 1514	Москва	МА	АС	МН		
Кравченко Вера	9	шк. 1537	Москва	ФИ	ХИ	ЛИ	МН	
Куравский Михаил	9	шк. 1	Москва	ФИ	ХИ	БИ		
Кучелев Денис	9	шк. 463	Москва	МА	БИ	МН		
Люлюкин Василий	9	шк. 444	Москва	ФИ	ХИ	МН		
Мазуров Анатолий	9	лиц. 1524	Москва	МА	ФИ	ЛИ		
Манжелий Евгений	9	лиц. 4	Королёв	МА	ХИ	АС		
Михайлов Владимир	9	шк. 1018	Москва	БИ	АС	ИС		
Морозов Борис	9	шк. 1525	Москва	ХИ	БИ	АС		
Музланов Юрий	9	шк. 1537	Москва	ХИ	ЛИ	МН		
Недоспасова Дарья	9	гим. 1514	Москва	ХИ	БИ	АС	ЛИ	
Непеин Дмитрий	9	шк. 1543	Москва	ФИ	ХИ	АС		
Никитин Денис	9	лиц. Л2Ш	Москва	МА	БИ	МН		
Новосёлов Александр	9	шк. 1413	Москва	МА	ФИ	ХИ	ЛИ	
Петров Илья	9	шк. 30	СПб	ХИ	БИ	АС		
Петрова Мария	9	шк. 1040	Москва	БИ	АС	ИС		
Петровская Анастасия	9	шк. 1004	Москва	ХИ	БИ	ЛИ		
Подшивалов Александр	9	шк. 57	Москва	МА	ФИ	АС		
Поройкова Александра	9	шк. 1303	Москва	МА	ФИ	МН		
Птицына Ольга	9	шк. 444	Москва	ХИ	АС	МН		
Родионов Игорь	9	шк. 1	Фрязино	МА	ХИ	БИ	АС	ЛИ
Рыбкин Сергей	9	шк. 1303	Москва	ФИ	БИ	АС	ЛИ	
Семейко Ольга	9	шк. 1537	Москва	ФИ	АС	ЛИ		
Семёнов Александр	9	лиц. 3	Оренбург	МА	ХИ	ЛИ		
Семенов Андрей	9	шк. 520	Москва	ХИ	БИ	АС		
Сеплярский Владимир	9	шк. 82	Москва	МА	ХИ	БИ		
Степанов Алексей	9	шк. 30	СПб	ФИ	БИ	АС		
Супов Дмитрий	9	шк. 444	Москва	ХИ	АС	МН		
Тобенгауз Александр	9	шк. 1554	Москва	МА	ХИ	АС		
Трепалин Андрей	9	шк. 82	Черноголовка	МА	ХИ	БИ	ЛИ	
Федоренко Алексей	9	гим. 3	Оренбург	МА	ФИ	АС		
Федоров Денис	9	лиц. 4	Королёв	МА	ХИ	АС		
Федулова Арина	9	шк. 654	Москва	БИ	АС	ЛИ		
Харабуга Никита	9	гим. АГ	СПб	БИ	ЛИ	МН		
Харин Василий	9	шк. 853	Москва	МА	ФИ	ХИ	АС	
Цаплин Анатолий	9	шк. 82	Москва	МА	БИ	АС		
Цепелёва Анна	9	шк. 218	Москва	МА	ФИ	ХИ	БИ	АС
Чепарухин Александр	9	шк. 1199	Москва	МА	ФИ	ХИ	БИ	АС
Чепелюк Антон	9	шк. 2	Москва	МА	ФИ	АС		
Шаронина Елена	9	шк. 618	Москва	ХИ	БИ	АС		
Юданов Анатолий	9	шк. 82	Черноголовка	ФИ	БИ	МН		
Ягремцев Михаил	9	шк. 82	Черноголовка	ФИ	АС	МН		
10 класс								

Фамилия, Имя	Кл.	Школа №	Город	Грамоты			
Абашина Елена	10	шк. 4	Люберцы	БИ	ЛИ	МН	
Балакин Константин	10	шк. 179	Москва	МА	ФИ	ХИ	МН
Баскаков Георг	10	шк. 30	СПб	ХИ	БИ	АС	
Баштанов Алексей	10	шк. 57	Москва	МА	ФИ	АС	
Белоусова Анастасия	10	шк. 57	Москва	АС	ИС	МН	
Беляшов Александр	10	шк. 30	СПб	МА	БИ	ИС	
Блик Виталия	10	лиц. –	Протвино	БИ	АС	ЛИ	
Вьялков Василий	10	лиц. 4	Королёв	МА	ФИ	АС	ЛИ
Гаршин Дмитрий	10	шк. 8	Москва	БИ	АС	МН	
Голуб Сергей	10	СУНЦ МГУ	Москва	МА	ФИ	ЛИ	
Гуреев Сергей	10	шк. 2	Москва	ХИ	БИ	АС	
Гусак Галина	10	шк. 79	Москва	МА	БИ	ЛИ	
Депланьи Арина	10	шк. 5	Москва	ФИ	АС	МН	
Душин Кирилл	10	шк. 179	Москва	ХИ	БИ	МН	
Есаулов Александр	10	шк. 1199	Москва	ФИ	АС	МН	
Жалыбина Татьяна	10	шк. 1580	Москва	МА	ФИ	ЛИ	МН
Житницкий Дмитрий	10	шк. 57	Москва	МА	ЛИ	ИС	
Запольский Дмитрий	10	шк. 520	Москва	ХИ	БИ	ЛИ	
Казачкин Дмитрий	10	лиц. 1303	Москва	МА	ХИ	БИ	
Казьмин Олег	10	гим. 7	Москва	МА	ФИ	АС	
Кирюхин Константин	10	гим. 1	Оренбург	МА	ФИ	АС	
Корнеева Валерия	10	шк. 520	Москва	ХИ	БИ	ЛИ	
Крылов Алексей	10	шк. 520	Москва	БИ	ИС	МН	
Ксендзов Максим	10	шк. 1189	Москва	МА	ИС	МН	
Куликова Мария	10	шк. 368	Москва	ХИ	БИ	АС	
Ларин Алексей	10	шк. 1567	Москва	ХИ	АС	ИС	
Макаров Александр	10	шк. 4	Москва	БИ	ЛТ	МН	
Мальцев Антон	10	шк. 91	Москва	ФИ	БИ	АС	
Мальчуков Алексей	10	шк. 950	Москва	АС	ЛИ	МН	
Маслова Елена	10	шк. 57	Москва	ФИ	ЛИ	МН	
Морчадзе Александр	10	шк. 537	Москва	ХИ	БИ	ИС	
Муратов Александр	10	шк. 1514	Москва	ФИ	АС	МН	
Орлова Мария	10	шк. 1567	Москва	БИ	ЛИ	МН	
Остапенко Иван	10	лиц. 4	Королёв	МА	ФИ	БИ	АС
Петрова Анна	10	шк. 1199	Москва	ФИ	БИ	МН	
Прокофьева Татьяна	10	шк. 1506	Москва	БИ	АС	МН	
Пылаева Екатерина	10	лиц. –	Протвино	ФИ	БИ	АС	ЛИ
Рисенберг Дмитрий	10	шк. 57	Москва	ФИ	ХИ	БИ	
Савельев Михаил	10	лиц. 2	Москва	ХИ	БИ	АС	МН
Смирнов Дмитрий	10	шк. 1189	Москва	МА	БИ	ИС	
Стульников Иван	10	шк. 1199	Москва	ФИ	ХИ	МН	
Федоров Сергей	10	лиц. 1303	Москва	МА	ХИ	БИ	АС
Федотов Станислав	10	шк. 1199	Москва	БИ	АС	ИС	
Чинснович Михаил	10	шк. 1130	Москва	ХИ	АС	ЛИ	
Шаныгина Татьяна	10	шк. 1189	Москва	МА	ИС	МН	
Швец Петр	10	шк. 57	Москва	ФИ	ХИ	ИС	
Шелякин Павел	10	шк. 1218	Москва	БИ	АС	ЛИ	
Шуваева Ксения	10	шк. 710	Москва	БИ	АС	ЛИ	
Ященкова Наталия	10	шк. 1506	Москва	БИ	АС	МН	
11 класс							
Абдулов Тимур	11	шк. 654	Москва	МА	ХИ	АС	
Акимова Татьяна	11	шк. 109	Москва	МА	БИ	АС	
Аксютина Мария	11	шк. 602	Москва	БИ	АС	ИС	
Багров Андрей	11	шк. 1062	Москва	МА	ФИ	АС	

Фамилия, Имя	Кл.	Школа №	Город	Грамоты				
Варфоломеев Игорь	11	шк. 30	СПб	БИ	АС	ИС		
Вороновский Сергей	11	шк. 91	Москва	АС	ИС	МН		
Громченко Анна	11	шк. 109	Москва	МА	БИ	АС		
Демин Дмитрий	11	шк. 1303	Москва	ФИ	ХИ	АС		
Еремина Ольга	11	шк. 199	Москва	БИ	АС	МН		
Есин Николай	11	шк. 1303	Москва	МА	ХИ	ЛИ		
Зайцева Анастасия	11	шк. 109	Москва	МА	АС	МН		
Кондратьев Сергей	11	гим. АГ	СПб	ФИ	АС	ЛИ		
Кондрашов Михаил	11	лиц. 1303	Москва	ХИ	БИ	ЛИ		
Косенков Андрей	11	гим. Логос	Дмитров	МА	БИ	АС	ЛИ	МН
Кругликов Лев	11	шк. 91	Москва	МА	АС	ИС		
Лебедева Марина	11	шк. 1678	Москва	АС	ЛИ	ИС	МН	
Максимов Андрей	11	шк. 1514	Москва	МА	АС	МН		
Марков Сергей	11	шк. 654	Москва	ХИ	АС	МН		
Маркова Елена	11	шк. 654	Москва	МА	АС	МН		
Мойсюк Сергей	11	шк. 444	Москва	ФИ	БИ	АС		
Очередько Алексей	11	шк. 444	Москва	МА	ФИ	БИ		
Петухов Алексей	11	шк. 2	Москва	ФИ	ХИ	МН		
Разумова Ольга	11	шк. 628	Москва	БИ	АС	МН		
Райтман Александр	11	шк. 1299	Москва	ХИ	БИ	ИС		
Сластникова Татьяна	11	шк. 1268	Москва	МА	БИ	МН		
Терехина Ольга	11	шк. 126	СПб	МА	ФИ	ЛИ		
Усачев Константин	11	шк. 1678	Москва	ХИ	БИ	АС		
Уточникова Валентина	11	шк. 91	Москва	ФИ	ХИ	МН		
Черных Светлана	11	шк. 479	Москва	МА	ХИ	БИ		
Шкатула Сергей	11	лиц. 1303	Москва	МА	ФИ	БИ	АС	
Юркина Полина	11	гим. АГ	СПб	ХИ	БИ	ЛИ		

В таблице использованы следующие сокращения.

Учебные заведения:

XXI в. — международная общеобразовательная школа «Интеграция XXI век»,
АГ — Академическая гимназия при СПбГУ,
Л2Ш — лицей «Вторая школа»,
Логос — гимназия «Логос» (г. Дмитров),
СУНЦ МГУ — Специализированный учебно-научный центр МГУ.

Населенные пункты (за исключением Москвы и областных центров; МО — Московской области):

Дмитров — г. Дмитров МО,
Жуковский — г. Жуковский МО,
Климовск — г. Климовск МО,
Королёв — г. Королёв МО,
Люберцы — г. Люберцы МО,
Протвино — г. Протвино МО,
Раменское — г. Раменское МО,
СПб — г. Санкт-Петербург,
Фрязино — г. Фрязино МО,
Черноголовка — г. Черноголовка МО.

Основную организационную и финансовую поддержку Турниру оказали Департамент образования города Москвы, Московский центр непрерывного математического образования (МЦНМО) и Московский институт открытого образования (МИОО).

В Москве Турнир проводился в МАИ, МГУ, СТАНКИНе, школах и гимназиях №№ 444, 520, 905, 853(Зеленоград), 1018(Солнцево), 1299, 1567, 1580, 1678; в организации мероприятия и работе жюри также приняли участие сотрудники,

учащиеся, студенты, аспиранты, выпускники Российской академии наук, РГГУ, МФТИ, МИОО, Ветеринарной академии, МГИЭМ, МПГУ, МСХА, РГМУ, МИМСР, ВХК РАН, МФТИ, ГУ-ВШЭ, ИГУМО, University of Oxford, Московской государственной пятьдесят седьмой школы, Московской гимназии на Юго-Западе № 1543, Лицея «Вторая школа», Турнира городов, Малого мехмата МГУ и др. Всем им оргкомитет выражает благодарность.

Оргкомитет благодарит всех организаторов Ломоносовского турнира в городах Донецк, Казань, Курск, Магнитогорск, Мариуполь, Оренбург, Пущино, Санкт-Петербург, Харьков и других местах.

Оргкомитет также благодарит ОАО «Типография „Новости“» за качественную и оперативную печать грамот.

В интернете по адресу http://www.mccme.ru/olympiads/turlom опубликованы электронные материалы турниров этого года и предыдущих лет.

КОНКУРС ПО МАТЕМАТИКЕ

Задания

В скобках указано, каким классам адресована задача. Ваше выступление по математике считается успешным, если правильно решены хотя бы две задачи, адресованные Вашему или более старшему классу. Верное решение только одной задачи также будет отмечено жюри.

1. (7–9) На протяжении некоторого года (от 1 января до 31 декабря включительно) количество вторников было равно количеству четвергов. Следует ли из этого, что и количество сред было такое же? Рассмотрите два случая:
а) в году было 365 дней, **б)** в году было 366 дней.

2. (7–9) Все натуральные числа от 1 до 1000 включительно разбиты на две группы: чётные и нечётные. В какой из групп сумма всех цифр, используемых для записи чисел, больше и на сколько?

3. (8–9) Известно, что $x = 2a^5 = 5b^2 > 0$, числа a и b — целые. Каково наименьшее возможное значение x?

4. (7–10) Даны прямая и точка вне неё. Как с помощью циркуля и линейки построить прямую, параллельную данной прямой и проходящую через данную точку, проведя при этом возможно меньшее число линий (окружностей и прямых), так что последняя проведённая линия — это искомая прямая? Какого числа линий Вам удалось добиться?

5. (8–11) Дан квадрат со стороной 1. Каждая его сторона разбита на три равные части. Через точки деления проведены отрезки (см. рисунок). Найдите площадь заштрихованного квадратика.

6. (8–11) Разделим каждое четырёхзначное число на сумму его цифр. Какой самый большой результат может получиться?

7. (10–11) Многогранник вписан в сферу. Может ли оказаться, что этот многогранник невыпуклый? (Многогранник вписан в сферу, если все концы его рёбер лежат на сфере.)

Решения к заданиям конкурса по математике

1. а) В году 365 дней, то есть 52 полные недели плюс один день. Если год начинается со среды (например, 2003-й год), то сред будет на одну больше, чем вторников и четвергов.

Ответ: не следует.

б) 366 дней — это 52 недели и ещё 2 дня. Они не могут быть вторником и четвергом, так как эти дни идут не подряд. Не один из этих дней не среда, потому что иначе другой день был бы вторником или четвергом, и при этом

нарушается условие равенства вторников и четвергов. Значит, сред в году не больше и не меньше.

Ответ: следует.

2. Сумма цифр числа 1 равна сумме цифр числа 1000; остальные числа разобьём на пары: 2–3, 4–5, 6–7, 8–9,. . . , 998–999. В каждой паре единицы нечётного числа больше на 1, чем чётного, а десятков и сотен у них поровну. Всего таких пар 499.

Ответ: сумма цифр нечётных чисел больше на 499.

3. Число x делится на 2 и на 5. $x = 2a^5$, поэтому a делится на 5. Так как $x = 5b^2$, то x делится на 2^2, значит a делится и на 2 тоже. Предполагая $a = 2 \cdot 5 = 10$, получим $x = 200000$ и $b = 200$.

Ответ: 200000.

4. Дана прямая a и точка O (обозначения). Отметим на прямой две произвольные точки A и B. Проведём окружность с центром в точке B радиуса AO, и окружность с центром в точке O радиуса AB. Они пересекутся в точке X. Четырёхугольник $AOXB$ — параллелограмм, так как его противолежащие стороны равны. Теперь можно провести искомую прямую — OX.

Излагая это же решение другими словами, можно сказать, что мы стандартным способом построили треугольник BOX по двум вершинам (B и O) и длинам двух сторон, равных длинам отрезков AO и AB. Очевидно, что $\Delta ABO = \Delta XOB$ (по трём сторонам). Поэтому $\angle ABO = \angle XOB$, а это внутренние накрестлежащие углы для прямых a и OX и секущей BO. Из равенства этих углов следует, что a и OX параллельны.

Другое решение. Отметим на прямой произвольную точку A и проведём через точку O окружность с центром в точке A. Эта окружность пересекает прямую в двух точках; обозначим их через M и N. Далее измерим[1] циркулем отрезок MO и проведём с центром в точке N окружность радиуса MO. Искомая прямая проходит через точку O и точку B пересечения двух построенных окружностей.

[1] см. разъяснение на стр. 861

$\Delta MAO = \Delta NAB$ по трём сторонам, следовательно, равны и высоты этих треугольников, проведённые из вершин O и B. Основания этих треугольников (MA и NA) лежат на прямой a, поэтому точки O и B находятся от прямой a на одинаковом расстоянии.

Недостатком этого решения является то, что если точка A случайно оказалась основанием перпендикуляра, проведённого из точки O, то точки O и B совпадают и не определяют нужной нам прямой.

Тем не менее, ученикам, приводившим такое решение, оно засчитывалось полностью (ставилась оценка $+$)[1].

Докажем теперь, что двумя линиями обойтись нельзя. Второй линией должна стать искомая прямая. Чтобы её провести, нужно получить вторую точку, находящуюся на том же расстоянии от прямой a, что и точка O. Но после проведения одной линии все точки этой линии, кроме точек пересечения с прямой a, будут неразличимы, и найти вторую точку, находящуюся на нужном расстоянии от прямой a, построив только одну линию, невозможно.

Ответ: 3 линии.

Пояснение. В решении мы упоминали параллелограмм, треугольники, секущую BO и углы. Однако для построения нам были нужны только точки (вершины параллелограмма и треугольников, концы отрезка секущей, концы отрезков, образующих углы), сами же отрезки для построения нужны не были, поэтому мы их не проводили и, разумеется, не учитывали при подсчёте проведённых линий.

5. Обозначим длину стороны заштрихованного квадратика (рисунок на стр. 857) через x. Заметим, что все наклонные отрезки имеют длины x, $2x/3$ и $x/3$, это следует из теоремы Фалеса. Тогда, сложив вместе трапецию со сторонами x, x, $2x/3$, $1/3$ и треугольник со сторонами x, $1/3$, $x/3$, мы получим квадратик, равный заштрихованному. Аналогично можно сложить квадратик из двух трапе-

[1]На самом деле этот же недостаток «замаскирован» и в первом решении, в предложении «Отметим на прямой две произвольные точки A и B.» Если точки произвольные, то они случайно могут совпасть (и тогда построение не получится), а для *построения* на прямой двух несовпадающих точек придётся проводить дополнительные линии.

ций со сторонами x, $x/3$, $1/3$, $2x/3$. Всего получится 10 одинаковых квадратиков суммарной площади 1. Значит, площадь каждого квадратика равна 1/10.

Можно решить задачу, используя теорему Пифагора, запишем её для самого маленького на рисунке треугольника:

$$x^2 + \left(\frac{x}{3}\right)^2 = \left(\frac{1}{3}\right)^2$$

Решение уравнения $x = 1/\sqrt{10}$.

Ответ: площадь равна 1/10.

6. Ответ: 1000/1=1000.

Докажем, что больше 1000 получить невозможно. Пусть число записано цифрами $abcd$. Если $abcd > a000$, то $abcd < (a+1)000$, а сумма его цифр $S \geqslant a+1$, поэтому частное будет меньше 1000.

Другое рассуждение.

$$\frac{1000a + 100b + 10c + d}{a+b+c+d} =$$

$$= \frac{999a + 99b + 9c}{a+b+c+d} + 1 \leqslant \frac{999a + 99b + 9c}{a+b+c} + 1 =$$

$$= \frac{990a + 90b}{a+b+c} + 10 \leqslant \frac{990a + 90b}{a+b} + 10 =$$

$$= \frac{900a}{a+b} + 100 \leqslant \frac{900a}{a} + 100 = 1000$$

7. Приведём пример невыпуклого многогранника, вписанного в сферу. Возьмём правильный октаэдр, опишем вокруг него сферу. Теперь возьмём две его соседние грани ABC и BCD, удалим их вместе с ребром BC, а вместо этого добавим ребро AD и грани ABD и ACD. Отрезок BC больше не принадлежит фигуре, поэтому она невыпуклая. Но вершины у этого многогранника, те же, что и у правильного октаэдра. Следовательно, многогранник вписанный[1].

Можно было действовать следующим образом. Возьмём куб и проделаем в нём «дырку» в виде прямоугольного параллелепипеда (сквозь две параллельные грани куба). Затем восемь точек, краёв «дырки», соединим рёбрами с ближайшими вершинами куба и «поднимем» («опустим») их на сферу, описанную вокруг куба.

[1]Художественное изображение получившегося таким образом невыпуклого вписанного многогранника см. на обложке.

Разъяснение к задаче № 4

В классических трудах по геометрии обсуждается вопрос о том, какие построения с помощью циркуля и линейки в принципе возможны, но не обсуждается число операций, необходимых для того или иного построения. Между тем, в этом вопросе могут возникнуть разночтения. Так, в классической книге «Начала» Эвклида считается невозможным измерить циркулем расстояние и перенести его для построения окружности с произвольным центром. Но в теореме № 2 этой книги доказывается, что перенесение измеренного расстояния возможно, однако не за одно действие, а с помощью некоторого построения, выполняемого за несколько действий.

После этой теоремы можно забыть о том, как переносится расстояние — за одно действие или за несколько — если только речь идёт о принципиальной возможности построения, а не о числе необходимых построений.

В современных книгах по геометрии принято считать, что никаких особых построений для перенесения расстояния не требуется. Так, в известном учебнике Погорелова сказано, что если даны центр и радиус, то окружность считается построенной. Предлагая эту задачу на конкурс по математике Турнира им. Ломоносова, жюри исходило именно из этой точки зрения.

Критерии проверки и награждения

За каждую задачу (и отдельно за пункты *а* и *б* задачи № 1) ставилась одна из таких оценок: $+!$ $+$ $+.$ $\pm$ $\frac{\pm}{2}$ $\mp$ $-.$ 0

Это традиционная система оценок для московских математических олимпиад: $+$ ставится за верное решение, $-$ за неверное, $+!$ означает очень хорошее решение, $+.$ — верное решение с некоторыми математическими «шероховатостями», $\pm$ — верное решение с существенными недочётами. 0 ставится, если задача в работе не записана. Смысл остальных промежуточных оценок жюри обычно определяет отдельно по каждой задаче.

Грамоты «за успешное выступление на конкурсе по математике» и баллы многоборья присуждались следующим образом.

7 класс и младше. Выступление считается успешным, если решён хотя бы один пункт (то есть стоит оценка не хуже $\pm$; два вопроса задачи № 1 считаются за отдельные задачи). *е* не присуждается.

8 класс. Выступление считается успешным, если решена хотя бы одна задача (за которую поставлен хотя бы $\pm$). Два пункта первой задачи считаются за одну задачу; считается, что за эту задачу стоит хотя бы $\pm$, если за каждый пункт стоит хотя бы $\pm$.

е присуждается за хотя бы $\pm$ по любому пункту первой задачи.

9 класс. Выступление считается успешным, если решена хотя бы одна задача (за которую поставлен хотя бы $\pm$), и имеется хотя бы $\frac{\pm}{2}$ по ещё одной задаче (два пункта первой задачи считаются за одну задачу, за неё имеется хотя бы $\frac{\pm}{2}$, если хотя бы за один пункт имеется хотя бы $\pm$).

е присуждается за хотя бы $\pm$ по любой задаче.

10 класс. Выступление считается успешным, если решены хотя бы на $\pm$ хотя бы две задачи, начиная с задачи № 4.

e присуждается за хотя бы одну задачу, начиная с задачи № 4.

11 класс. Выступление считается успешным, если решены хотя бы на $\pm$ хотя бы две задачи, начиная с задачи 5.

e присуждается за хотя бы одну задачу, начиная с задачи № 4.

КОНКУРС ПО МАТЕМАТИЧЕСКИМ ИГРАМ

Когда-то конкурс по математическим играм был традиционным на Ломоносовском турнире. В этом году, после некоторого перерыва, конкурс в порядке эксперимента был организован снова и проводился только в МГУ для участников не старше 8 класса. Как и во всяком эксперименте, не всё получилось сразу — например, условия потом пришлось немного отредактировать[1].

Многие игры (описания, решения, программные реализации) ломоносовских турниров опубликованы в интернете по адресу http://mathgames.mccme.ru

Условия игр

1. Двое по очереди красят в свой цвет узлы бесконечной клетчатой бумаги. Побеждает тот, кто первым поставит четыре свои точки в вершинах квадрата.

2. Нарисовано по кругу 12 кружочков. Игроки по очереди ставят в кружки числа от 1 до 12. Ходить можно куда угодно, но повторять числа нельзя и требуется соблюдать правило: рядом стоящие числа должны отличаться на 1. Кто не может сделать ход — проиграл.

3. Игроки ломают «клетчатую» шоколадку $m \times n$, меньшую часть съедают (если равны — любую), а оставшуюся дают сопернику. Кто не может ломать — проиграл. Кто выигрывает при правильной игре, если

а) $m = 2$, $n = 6$

б) $m = 5$, $n = 7$

в) $m = 10$, $n = 15$

г) $m = 4$, $n = 9$

4. Рассмотрим доску, изображённую на рисунке.

[1] Не удивляйтесь, если обнаружите небольшие различия между условиями, выданными вам на турнире, и текстами, опубликованными в этой книжке.

Её внешняя граница нарисована толстыми линиями, а внутренние отрезочки — тонкими. Двое ходят по очереди. Каждый ход — превращение одного тонкого единичного отрезочка в толстый. Если при ходе одного игрока вся граница некоторой клетки стала толстой, то в этой клетке он ставит крестик, если это первый игрок, и нолик (нолики), если это второй игрок. (Если толстый отрезок возник между двумя соседними клетками, уже обведёнными толстой «рамочкой», то после такого хода каждая из этих двух клеток будет ограничена толстыми отрезками. В этом случае игрок, делающих ход, ставит по одному своему знаку — крестику или нолику — в обе клетки). В конце игры все клетки доски будут помечены крестиками и ноликами. Побеждает тот, чьих знаков окажется больше.

5. Двое играют на доске 8×8, закрашивая её клетки — каждый в свой цвет (красный и синий для первого и второго игрока соответственно). В начальный момент времени клетка $a1$ закрашена в красный цвет, $h8$ в синий. За ход игрок красит одну из незакрашенных клеток, соседних (по вертикали или горизонтали) с последней закрашенной его цветом, в свой цвет — «ведёт змейку». Красить повторно или перекрашивать закрашенные противником нельзя! Кто не может сделать ход — проиграл.

6. Два игрока по очереди закрашивают (в один и тот же цвет) клетки в прямоугольнике $m \times n, m < n$, так, чтобы ни одна строка и ни один столбец не оказались бы полностью закрашенными. Проигрывает тот, кто не может сделать ход. Кто выигрывает при правильной игре, если: а) $m = 2$
б) $m = 3$
в) $m = 4$, $n = 6$
г*) $m = 4$, $n = 5$.

Описания выигрышных стратегий и комментарии

Конкурс «Математические игры» большинству участников понравился, ребята с интересом играли и между собой и с ведущими. Однако, несмотря на пояснения и примеры, приводимые ведущими в начале каждого сеанса игр, многие так и не поняли, что такое стратегия игрока и как её описать. Некоторые просто писали: «первый игрок победит» или «второй победит», не указывая, как именно ему следует играть, другие ограничивались общими указаниями типа «первый должен играть так, чтобы второму стало некуда ходить».

Игрока, против которого мы играем, в играх принято называть «соперником» или «противником», но в работах некоторых школьников «противник» быстро превращается в «недруга» и даже во «врага»: «Нужно подставить своего недруга», «Нужно не оставить врагу никаких шансов», и уж совсем агрессивно: «Ни в коем случае нельзя ставить много квадратов на своей территории, а как можно прогрессивней двигаться на врага!»

Игра 1. (построение квадрата).

Эта довольно известная игра вызвала большой интерес у участников конкурса. Большинство ребят обнаружило, что первый игрок форсированно выигрывает, вынуждая противника ходить определённым образом и вскоре ставит

«вилку». Стороны квадратов вовсе не обязательно расположены по линиям сетки; как написал один из участников, семиклассник Миша Гусев, «ставя отвлекающие точки, преследовать основную цель: большой, размашистый квадрат со сторонами не по линиям клеточек». Несмотря на то, что общий стиль игры ясен, точно описать стратегию непросто.

Ходы первого игрока будем обозначать крестиками, а ходы второго — кружочками. Первый игрок ставит на плоскости произвольную точку A. Пусть соперник отвечает ходом в точку X. Тогда первый ходит в точку B центрально симметричную точке A относительно точки X.

Очевидно, отрезок AB является диагональю единственного квадрата $ACBD$. Далее возможны две ситуации:
1) второй игрок ходит в точку C или точку D;
2) второй игрок ходит в любую другую точку Y.

Ситуация 1. Будем считать, что второй поставил точку D. Отрезок AB является стороной ровно двух квадратов. $ABEF$ и $ABE'F'$ (будем считать, что точка C — это центр первого квадрата, а точка D — центр второго). Тогда первый отметит точку E. Второй вынужден ходить в точку F. Теперь первый ходит в точку E'. Очевидно, второй не может дополнить точки D, F и X до квадрата, поэтому он проигрывает при следующем ходе первого (первый может дополнить любой из треугольников EAE' или ABE' до квадрата, а второй может помешать только одному из этих ходов).

Ситуация 2. Без ограничения общности можно считать, что квадрат $ABE'F'$ и точка Y находятся в разных полуплоскостях относительно прямой AB. Пусть отрезок CX является диагональю квадрата $CZXT$. Если точка Y совпадает с одной из точек Z или T, то первый ходит в точку C, иначе (этот случай показан на рисунке) ему следует отметить точку D.

В последнем случае второй вынужден ходить в точку C. Первый ходит в точку E'. Заметим, что так как точка Y не совпадает ни с одной из точек Z или C, второй не может дополнить свои точки X, Y и C до квадрата. Возникшая ситуация называется «вилкой»: если второй сделает ход в точку F', то первый следующим ходом дополнит треугольник BDE' до квадрата (точка Y этому не помешает, так как она лежит в другой полуплоскости относительно прямой AB) и выиграет; если же второй сделает ход в точку H, то первый построит квадрат $ABE'F'$ (точка Y не помешает по той же причине) и всё равно выиграет.

Оставшийся случай разбирается аналогично.

Игра 2. (числа в кружочках).

Эта игра оказалась трудной для участников конкурса. Второй игрок может победить в ней, придерживаясь довольно общего для многих игр принципа симметрии. В данном случае на ход первого игрока второй должен ставить в противоположный кружочек игрового поля число, дополняющее число первого до 13. Такой ход, очевидно, всегда возможен и не нарушит правил: если число y поставлено первым игроком рядом с x и $|x-y|=1$, то рядом окажутся $13-x$ и $13-y$, но $|13-x-(13-y)|=|x-y|=1$. Таким образом ходы у первого игрока вскоре кончатся, и он проиграет.

Играя подобным образом, второй игрок победит при любом чётном числе кружков. При нечётном числе кружков авторы не знают стратегии ни для первого, ни для второго игрока.

Игра 3. (разламывание шоколадки).

Игра эта может быть исследована так называемым «методом выигрышных и проигрышных позиций». Позицией в игре являются размеры очередного куска шоколадки (того, который будут ломать следующим ходом).

Назовём позицию проигрышной, если любой ход того, кому сейчас ходить, приводит к поражению (при разумной игре соперника). Напротив, позиция выигрышная, если тот, кому сейчас ходить, может сделать такой ход, что в результате победит, как бы ни играл соперник. Очевидно, что позиция, из которой можно сделать ход в проигрышную, выигрышная, а позиция, все ходы из которой проводят к выигрышной позиции, — проигрышная. В нашей игре позиции удобно изображать клетками бесконечной угловой таблицы, где по горизонтали отмечается длина, а по вертикали ширина шоколадки. В выигрышных клетках поставим «+», а в проигрышных «−». В клетке $(1;1)$, конечно, «−». Во всех клетках, откуда в неё можно попасть (а это $(1;2)$ и $(2;1)$), ставим «+». Там, откуда все ходы приводят к плюсам, ставим «−», и таблица постепенно заполняется. Правила перемещения по таблице, очевидно, такие: «можно ходить или влево, или вниз, причём ширина (в первом случае) и длина шоколадки (во втором случае) может уменьшиться не более чем в 2 раза».

В качестве примера приводим несколько последовательных шагов заполнения таблицы, начиная с левого нижнего угла. Каждый раз мы проверяем, нет ли клеток, откуда по правилам можно попасть только на «+» (если такие клетки находятся — ставим там «−»). А слева и сверху от каждого «−» рисуем «хвосты» из знаков «+», заполняя все клетки, из которых можно попасть в рассматриваемую клетку со знаком «−». Длина «хвоста» в горизонтальном (вертикальном) направлении, очевидно, равна номеру столбца (строки) данной клетки, считая слева (снизу). Первые 5 таблиц получены последовательно друг за другом, в конце мы приводим в качестве примера угол размером 14×15 (в него «помещается» условие пункта *в*).

```
                  -
        +         + -
-       - +       - + -

                     -
+                    +
+                    + -
+ +                  + +
- +                  - + -
+ - + +              + - + + -
- + - + + +          - + - + + + -

                                  . . . . . . . . . . . . . . .
+                                 + + + + + + + + + + + + + - + .
+                                 + + + + + - + + + + + + - + + .
+                                 + + + + + + + + + + + - + + + .
+                                 + - + + - + + + + + - + + + + .
+ +                               + + + + + + + + + - + + + + + .
+ +                               + + + - + + + + - + + + + + + .
+ +                               + + + + + + + - + + + + + + + .
- +                               - + - + + + - + + + + + + + - .
+ + +                             + + + + + - + + + + + + - + + .
+ - + +                           + - + + - + + + + + - + + + + .
+ + +   +                         + + + - + + + + - + + + + + + .
- + - + + +                       - + - + + + - + + + + + + + - .
+ - + + - + + + + +               + - + + - + + + + + - + + + + .
- + - + + + - + + + + + + +       - + - + + + - + + + + + + + - .
```

Видно, что в случаях *а*, *б*, *в* побеждает первый, а в случае *г* — второй игрок. При этом в первых двух пунктах первый игрок может придерживаться такой стратегии: всякий раз предлагать сопернику квадратную шоколадку. Для пункта *в* (5×15) такой принцип не пройдёт, нельзя сделать квадрат первым ходом. Поэтому первым ходом можно, например, оставить противнику шоколадку $5 \times \times 11$, а потом, в зависимости от его ответа, 2×11 или 5×5 и так далее.

Можно доказать (попробуйте это сделать самостоятельно), что при игре в шоколадку $n \times m$ $(n \leqslant m)$ второй может гарантированно победить только при $m = (n+1) \cdot 2^k - 1$, где $k = 0, 1, 2, 3, \ldots$, а во всех иных случаях победит начинающий игру.

Игра 4. («крестики-нолики»)

С этой игрой произошла неожиданность. Авторское решение задания было основано на центральной симметрии: второй игрок победит, обводя (то есть делая толстым) отрезок, симметричный относительно центра фигуры отрезку, обведённому первым игроком. При этом центральную клетку займут нолики (отчего и победят), а количество всех остальных ноликов будет равно количеству всех крестиков.

Однако несколько участников конкурса нашли иную, в каком-то смысле более сильную стратегию для второго игрока: он может на ходы первого отвечать симметрично относительно прямой, содержащей диагональ центральной клетки. В этом случае ноликам достаются целых 5 лишних клеток (те, что на этой прямой)!

Игра 5. («змейка»).

Эта игра очень понравилась участникам, почти все упомянули её в работах. Многие поняли её как борьбу за территорию: «Надо отрезать противнику путь, и он замкнётся», «надо отрезать от противника бóльшую часть доски». Победить в борьбе может второй игрок, руководствуясь всё той же симметричной стратегией: делая свой ход центрально-симметрично ходу соперника, он не нарушит правил, и последний ход будет за ним.

Игра 6. (закрашивание клеток).

При описании стратегий в этой игре мы будем считать, что на игровом поле строчки не короче столбцов.

Игра на поле $2\times n$ — это так называемая «игра-шутка»: в ней исход игры предопределён и не зависит от ходов игроков. Ясно, что каждый ход производится в новый столбец; в любой нетронутый столбец пойти всегда может каждый игрок. Поэтому исход этой игры зависит только от чётности числа столбцов: при чётном n победит второй, а при нечётном n — первый игрок.

Игра на поле $3\times n$ поначалу кажется несложной. Создаётся впечатление, что второй игрок побеждает, следуя простому правилу: отвечать в тот же столбец, куда ходил только что первый. Действительно, такой ход всегда возможен, всегда вынуждает первого игрока «открывать» новый столбец, но если следовать этой стратегии «бездумно», то в конце игры может возникнуть, например, такое положение:

Первый может закрасить верхний правый угол и победить! Чтобы избежать такого исхода, второй игрок должен аккуратно разыграть эндшпиль: перед предпоследним ходом убедиться, что нет пустой строки, а если таковая есть, то закрасить свою клетку именно в ней. Тогда победа ему гарантирована.

В игре на поле 4×6 победит второй, придерживаясь центрально-симметричной стратегии. (Эта же стратегия позволяет выиграть второму игроку на любом поле, и длина, и ширина которого — чётные).

В общем случае $m\times n$ выигрышной стратегии для какого-либо из игроков авторы не знают.

Игра на поле 4×5 — достаточно простая для полного компьютерного перебора (написание соответствующей программы вполне по силам для школьника;

обращаем ваше внимание на то, что игровая позиция по сути не меняется от перестановок строк и столбцов, этим можно воспользоваться для существенного сокращения вариантов перебора).

К сожалению, жюри Ломоносовского турнира не удалось придумать «некомпьютерное» решение, а также сформулировать достаточно простую, интересную и компактную (для публикации в этой книжке) выигрышную стратегию. Если вам удастся это сделать — очень хорошо. А пока эту игру можно использовать именно в качестве игры, а не математической задачи.

Игры № 1 и № 3 — математический фольклор (сами игры известны давно, а вот их авторы давно забыты); остальные игры предложили: № 2 — Александр Хачатурян, № 4 — Мария Ахмеджанова, № 5 — Александр Спивак, № 6 — Виктор Клепцын.

Критерии награждения

Каждый пункт каждой задачи оценивался 5 баллами. В случае неполного решения ставилось меньшее количество баллов (например, если в решении игры 6*б* была указана стратегия «отвечать в тот же столбец, куда ходил только что первый», но не разбиралось окончание игры, за это ставилось только 3 балла). Все полученные участником конкурса баллы суммировались.

За ответы во время самого конкурса участники могли получить дополнительно 3–4 балла.

«За успешное выступление на конкурсе по математическим играм» награждались школьники, набравшие 10 баллов и больше, балл многобрья (*е*) давался за 5–9 баллов.

КОНКУРС ПО ФИЗИКЕ

Задания

В скобках после номера задачи указаны классы, которым эта задача рекомендуется. Достаточно решить задачи своего класса, причём не обязательно все. Решать остальные задачи тоже можно.

1. (6–9) «Волшебный мостик». Перед вами две фотографии (см. след. стр.) деревянного мостика (через реку Белая, город Белорецк, лето 2002 года). На левом фотоснимке видны перила с двух сторон мостика (как это на самом деле и есть), а на правом — только с одной. Куда и почему «делись» перила? (Перила никто не отпиливал, фотомонтаж не применялся).

2. (6–9) Определите приблизительно среднюю скорость мячика во время игры в футбол.

3. (7–11) Трёхголовый Змей Горыныч нашёл в Чистом поле (никаких деревьев нет и вообще зацепиться не за что) кусок крепкой верёвки. Горыныч может каждой из своих голов вцепиться зубами в любое место верёвки и тянуть за это место в любую сторону с силой 1 Ньютон или меньше. Какую силу натяжения

верёвка должна выдерживать, чтобы Змей Горыныч не смог её порвать? Неуклюжий Горыныч не может зацепить верёвку за себя и достать до неё лапами, крыльями или хвостом.

4. (8–9) Подвесим к штативу грузик на проволоке. Вынесем эту конструкцию на мороз. В результате охлаждения длина проволоки уменьшилась, грузик поднялся на некоторую высоту. Откуда взялась энергия для увеличения потенциальной энергии грузика?

5. (8–11) Найти сопротивление между точками A и B бесконечной цепочки резисторов (сопротивление каждого резистора R).

6. (8–11) Иногда солнечный зайчик почти точно повторяет форму зеркала, которым его «пускают», иногда только приблизительно, а иногда солнечный зайчик по форме на зеркало совсем не похож. От чего это зависит?

7. (9–11) Соревнования по плаванию проводятся в речке со скоростью течения $v_0 = 5$ км/ч. Линия финиша натянута через речку под углом 45° к направлению течения. Спортсмены размещаются выше по течению на расстоянии $L = 100$ м от линии финиша и после старта могут плыть в любом направлении. Через какое время спортсмен, умеющий плавать со скоростью v, доплывёт до финиша, если будет плыть в правильную сторону?

8. (10–11) Конец бревна привязали верёвкой длины h к якорю и эту конструкцию бросили в водоём. Построить график (или хотя бы эскиз графика) зависимости силы натяжения верёвки от уровня воды в водоёме. Плотность бревна ρ

меньше плотности воды ρ_0, длина бревна L, масса M. Верёвку можно считать нерастяжимой, тонкой и невесомой.

9. (10–11) «Устройство для получения электричества из воды».

Из резервуара с водой выходят две трубки, из которых сквозь металлические кольца (расположенные около мест образования капель) капает вода. Капли попадают в металлические сосуды, каждый сосуд соединён проводом с кольцом, сквозь которое вода капает в другой сосуд. Других электрических соединений в устройстве нет (сосуды изолированы друг от друга и резервуара с водой). В процессе капания воды металлические сосуды приобретают разноимённые электрические заряды. Объясните, как и почему такое устройство работает.

Ответы и решения к заданиям конкурса по физике

1. Правый фотоснимок был сделан фотоаппаратом, установленным на горизонтальной поверхности левых перил моста. По ряду причин (разумеется, индивидуальных для каждого человека) эту поверхность (занимающую почти весь передний план фотоснимка) можно ошибочно принять за пешеходную поверхность моста.

Среди причин (ответ на вопрос «почему?») можно условно выделить следующие:

1) фотография сделана в неестественном для человека ракурсе (расположить глаза таким же образом, как фотоаппарат, трудно — мешается подбородок и нос — если смотреть с конца перил);

2) весь мост изготовлен из одного и того же материала (дерева), длительное время находившегося в сходных условиях (у поверхности воды, как понятно из фотографии и условия задачи), поэтому все поверхности имеют одинаковые оптические свойства (цвет, отражающая способность, светорассеяние) и не различаются на фотографии по этим признакам;

3) граница тени на пешеходной поверхности от правых перил практически совпадает с правой границей левых перил, из-за чего создаётся впечатление, что эта тень падает не на «своё место», а на поверхность левых перил, из-за чего эти поверхности путаются.

4) невысокое качество воспроизведения фотографии при тиражировании условий задач на ризографе (заметим, что при рассматривании качественных цветных оригиналов этих фотографий описанный в задаче зрительный эффект также наблюдается).

При внимательном сравнении фотографий достаточно легко обнаружить, что на левом снимке пешеходная поверхность состоит примерно из 10 параллельных досок, а на правом — только из одной; причём размеры этой «доски» (ширина и длина) явно противоречат биологическим представлениям о высоте и диаметре растущих на земле деревьев.

2. Годятся любые разумные соображения. Например (из работы школьника, пересказ): «Во время игры мячик практически никогда не стоит на месте. За ним всё время бегают, но редко догоняют. Скорость бега человека примерно 3–4 м/с, значит средняя скорость мячика примерно 5 м/с».

Решения, авторы которых немного схитрили и рассматривали векторную среднюю скорость, также признавались правильными. Эта скорость, очевидно, примерно равна 0 и не больше, чем

$$\frac{\text{расстояние от центра до угла футбольного поля}}{\text{время игры}}$$

3. Ответ: 1 Ньютон.

Если верёвка выдерживает натяжение менее 1 Н, Змей Горыныч может порвать верёвку, растягивая её двумя головами.

Теперь докажем, что Горыныч не может натянуть какой-нибудь участок верёвки с силой больше 1 Н. Предположим, что Горынычу это каким-то образом удалось сделать. Уточним, что головой Змея Горыныча мы считаем точку, из которой может расходится несколько верёвок и модуль векторной суммы натяжений этих верёвок не больше 1 Ньютона.

Выберем участок верёвки, натянутый с силой больше 1 Ньютона (на рисунке показан жирным отрезком), и какую-нибудь точку на нём. Проведём через эту точку плоскость, перпендикулярную выбранному участку верёвки (пересечение этой плоскости с плоскостью рисунка показано пунктирной линией). Для простоты будем считать, что эта плоскость не проходит ни через какую голову (если это окажется не так — выберем другую точку и перпендикулярную плоскость, и т. д.; головы всего 3, поэтому на четвёртый раз нам обязательно повезёт).

С какой-то стороны от плоскости окажется не больше одной головы Горыныча (потому что у него всего 3 головы). И уравновесить силу натяжения выбранного участка верёвки с этой стороны от плоскости окажется невозможным. Получилось противоречие.

Приведённое выше решение (оно может показаться сложноватым) годится для случая, когда Змею Горынычу разрешается складывать верёвку, вязать узлы, делать «паутину», пропускать верёвку между зубами (по предложению участников турнира), используя их в качестве блоков, и т. п., то есть разбирается самый общий случай.

4. Основная работа по перемещению грузика на бóльшую высоту была совершена проволокой. В тоже время внутренняя (тепловая) энергия проволоки в результате охлаждения уменьшилась. Логично предположить (так на самом деле и есть), что часть этой энергии пошла не на нагревание атмосферы, а на совершение работы по перемещению грузика.

Более тонкий (но существенный) эффект. Энергия упругой деформации проволоки (в простейшем случая равная $\dfrac{k(\Delta x)^2}{2}$) в результате охлаждения могла уменьшиться (как в результате возможного уменьшения удлинения проволоки Δx, так и(или) в результате возможного уменьшения жёсткости k). В таком случае можно условно считать, что на увеличение потенциальной энергии грузика частично была потрачена энергия упругой деформации проволоки.

Один из участников турнира совершенно справедливо отметил, что внутренняя энергия проволоки сначала превращается в кинетическую (перемещение проволоки, кроме верхнего конца), а затем в потенциальную энергию грузика (в результате неупругого взаимодействия проволоки с грузиком).

Разумеется, приведённый список энергообменных процессов в рассматриваемой системе — не исчерпывающий. Например, можно учесть уменьшение потенциальной энергии атмосферы (направление силы Архимеда совпадает с направлением перемещения грузика). Этот эффект скорее всего окажется несущественным. Но формально в условии ничего не написано про массу и плотность грузика — каждый решающий задачу может представлять себе этот грузик посвоему.

5. Ответ: $\sqrt{2}R$.

Наиболее простой способ решения подобных задач с бесконечными цепочками — обозначить как-нибудь (например, R_x) сопротивление всей цепочки. Потом «отцепить» от цепочки часть так, чтобы оставшийся бесконечный «хвост» совпадал с исходной схемой. Затем заменить хвост на резистор сопротивлением R_x и рассчитать по обычным правилам сопротивление схемы из конечного числа резисторов (которое тоже равно R_x). Получится уравнение $R_x = f(R, R_x)$, корнем (одним из корней) которого является решение задачи.

Приводим один из возможных вариантов реализации вышеописанной идеи решения для нашей задачи.

1. Обозначим сопротивление всей цепочки через R_x.

2. Оставим слева 8 резисторов, а оставшийся «хвост» (полностью совпадающий с исходной цепочкой) заменяем на резистор сопротивлением R_x.

3. Немного перерисуем схему, для удобства обозначим буквами C и D соединения в центральной части схемы.

По проводу между точками C и D ток не течёт, поэтому этот провод из схемы можно удалить. (Пусть в направлении CD течёт ток I. Поменяем на клеммах A и B полярность на противоположную — с одной стороны ток должен измениться на $-I$, с другой — остаться таким же, так как получившаяся схема оказалась такой же, как и до перемены полярности. Следовательно, $I = 0$. Другое пояснение. Получившаяся схема симметрична, и точка C, и точка D находятся на одной и той же «оси симметрии» и, следовательно, имеют одинаковые потенциалы. Если такие точки соединить проводом, ток по этому проводу не потечёт).

4. Заменяем все последовательные цепочки — R— R— на — $2R$— . Схема становится совсем простой.

5. Окончательно упрощаем схему

и сводим её к единственному резистору сопротивлением

$$R_x = \frac{2R \cdot \left(\dfrac{2R \cdot R_x}{2R + R_x} + 4R\right)}{2R + \left(\dfrac{2R \cdot R_x}{2R + R_x} + 4R\right)} = \frac{2R \cdot \dfrac{8R^2 + 6R \cdot R_x}{2R + R_x}}{2R + \dfrac{8R^2 + 6R \cdot R_x}{2R + R_x}}$$

(напомним простой факт, которым мы выше несколько раз воспользовались: сопротивление схемы из двух параллельно соединённых резисторов R_1 и R_2 равно $\dfrac{R_1 \cdot R_2}{R_1 + R_2}$).

6. Решаем полученное уравнение. Умножим числитель и знаменатель правой части уравнения на $(2R + R_x)$

$$R_x = \frac{2R \cdot (8R^2 + 6R \cdot R_x)}{2R \cdot (2R + R_x) + 8R^2 + 6R \cdot R_x}$$

Разделим числитель и знаменатель правой части уравнения на $2R$

$$R_x = \frac{8R^2 + 6R \cdot R_x}{2R + R_x + 4R + 3R_x}$$

$$R_x = \frac{8R^2 + 6R \cdot R_x}{6R + 4R_x}$$

$$R_x = \frac{4R^2 + 3R \cdot R_x}{3R + 2R_x}$$

$$R_x \cdot (3R + 2R_x) = 4R^2 + 3R \cdot R_x$$

$$3R \cdot R_x + 2R_x^2 = 4R^2 + 3R \cdot R_x$$

$$2R_x^2 = 4R^2 \qquad R_x^2 = 2R^2 \qquad R_x = \pm\sqrt{2}R \qquad R_x = \sqrt{2}R$$

Если $R > 0$ (что часто подразумевается при употреблении термина «резистор»), то решение $-\sqrt{2}R$ не имеет физического смысла. Однако, бывают схемы и устройства, для которых формально выполняется закон Ома $I = U/R$, где величина R не является положительным числом. Отбор «лишних» корней в этом случае усложняется.

Бесконечные цепочки интересны не только сами по себе — они являются моделями многих явлений в электротехнике (например: два проводника — цепочки из резисторов с маленьким сопротивлением, изоляция между проводниками — поперечные резисторы с «большим» сопротивлением), биофизике (например, трубчатая нервная клетка, у которой сопротивление поверхностей мембраны существенно меньше сопротивления через мембрану) и др.

Мы очень подробно расписали решение задачи главным образом для тех читателей, которые столкнулись с бесконечными цепочками резисторов впервые — чтобы дать возможность хорошо во всём разобраться. От участников турнира такого подробного и длинного решения, разумеется, не требуется.

6. Предполагаем, что зеркало самое обыкновенное, в частности, плоское. Также для простоты будем считать плоской поверхность (экран), на которую падает «зайчик».

Первая очевидная причина возможного искажения формы зайчика — ориентация плоскости экрана (поверхности, на которой наблюдается изображение «зайчика»). Наклоняя экран под разными углами можно «растягивать» «зайчик» в разных направлениях.

Для упрощения объяснения будем временно считать солнечные лучи параллельными и нарисуем схему образования «солнечного зайчика».

На этой схеме изображена ситуация, когда плоскость экрана параллельна плоскости зеркала (и обе они перпендикулярны плоскости страницы). Из простых геометрических соображений понятно, что форма зайчика в этом случае совпадает с формой зеркала.

А можно ли ещё как-нибудь расположить экран, чтобы форма зайчика совпала с формой зеркала? Построим на рисунке окружность, радиус которой равен длине отрезка, изображающего «зайчик», а центром является левый конец этого отрезка. Понятно, что есть ещё одна (и только одна, то есть всего две для одного положения Солнца и зеркала) такая ориентация плоскости экрана.

Эта ориентация показана штрихпунктирной линией — условной линией пересечения плоскости экрана (в этой ориентации) с плоскостью страницы (эти плоскости перпендикулярны).

Также понятно, что (при заданных положениях зеркала, Солнца и плоскости рисунка) если плоскость экрана не будет перпендикулярной плоскости рисунка, то зайчик растянется по экрану (в направлении, перпендикулярном линии пересечения плоскости экрана и плоскости рисунка).

Выше мы специально употребили слово «ориентация» вместо, например, слова «расположение», подчёркивая, что экран можно передвигать, но нельзя наклонять (менять ориентацию в пространстве).

Вторая причина — Солнце в условиях этой задачи нельзя считать точечным источником света, что очевидно, если (аккуратно!) на него посмотреть — Солнце видно с Земли в виде диска, а вовсе не точки. Солнечные лучи, следовательно, нельзя считать параллельными. В результате границы зайчика, которые

в первом случае мы считали линиями, на самом деле оказываются размытыми. Ширина размытых границ может даже оказаться больше размеров зайчика (в этом случае «солнечный зайчик по форме на зеркало совсем не похож»).

На каждую точку зеркала лучи попадают со всей видимой поверхности Солнца в виде конуса (угол при вершине этого конуса называется видимым угловым размером Солнца и составляет примерно 0,5°) и отражаются в виде конуса с таким же углом. На экране этот конус даст изображение в виде окружности (или эллипса, если экран ориентирован не перпендикулярно оси конуса). Легко сообразить, что любая деталь формы зеркала на изображении «зайчика» будет «размазана» до размеров (диаметра) такой окружности. Соответственно, все детали формы зеркала (в том числе и его граница), по размерам намного бóльшие диаметра этой окружности, уцелеют, сравнимые с ней по размерам — окажутся размазанными, а намного меньшие — станут незаметными[1].

(на схеме угловые размеры Солнца для наглядности сильно преувеличены)

Очевидно, что если в центральной части зайчика касаются две окружности, образованные конусами от противоположных точек границы зеркала (это как раз соответствует пограничному случаю, когда контуры зайчика уже сильно размыты, но ещё повторяют контуры зеркала), то угол между направлениями на эти точки при наблюдении от зайчика как раз равен углу этих конусов (простое построение — вертикальные углы), то есть, в свою очередь, угловому размеру Солнца при наблюдении с Земли. Этот же угол вполне справедливо можно считать угловым размером зеркала при наблюдении от «зайчика».

Вывод: если угловые размеры зеркала существенно больше угловых размеров Солнца то форма границы зайчика достаточно точно повторяет контуры зеркала, если эти размеры примерно одинаковы — контуры зеркала воспроизводятся нечётко, если, наоборот, угловые размеры зеркала существенно меньше угловых размеров Солнца то форма контуров «зайчика» не зависит от формы зеркала[2].

[1]Эти детали часто можно восстановить с помощью компьютерной обработки данных о форме и распределении освещённости солнечного зайчика. «На глазок» это сделать скорее всего невозможно, хотя у людей, длительное время занимающихся оптикой, появляется определённый опыт оценки исходной формы предмета по размытому изображению.

[2]Но может случайно совпасть с формой зеркала, например, если зеркало — круглое и зайчик представляет собой размытое пятно округлой формы.

(Имеются ввиду угловые размеры зеркала и Солнца при наблюдении с того места экрана, где расположено изображение «зайчика».)

Замечание. Если мы занимаемся пусканием **Солнечных** «зайчиков» не на Земле, а на другой планете, то в решении нужно заменить Землю на название этой планеты (угловые размеры Солнца при наблюдении с этой планеты будут другими, отличающимися от земных)[1].

7. Ответ: $\dfrac{L}{v+v_1} = \dfrac{L}{v+(v_0/\sqrt{2})}$.

Пусть один из спортсменов плавать не умеет (только держится на воде, $v = 0$). Тогда он доплывёт до финиша по течению, проплыв расстояние $\sqrt{2}L$ за время $t_1 = \sqrt{2}L/v_0$. Его скорость сближения с линией финиша составляет $v_1 = L/t = L/(\sqrt{2}L/v_0) = v_0/\sqrt{2}$.

Другой спортсмен, стартовавший с того же места, умеющий плавать со скоростью v, может за время t уплыть от первого «спортсмена» на расстояние vt в любую сторону, в том числе и в сторону финиша.

Если к какому-то моменту времени t после старта расстояние от первого спортсмена до финиша равно vt, это как раз означает, что второй спортсмен в этот момент финишировал. Составим и решим уравнение.

$vt = L - v_1 t$

$(v+v_1)t = L$

$t = \dfrac{L}{v+v_1} = \dfrac{L}{v+(v_0/\sqrt{2})}$

8. Уровень воды в водоёме будем обозначать буквой H, силу натяжения верёвки — F.

Два участка графика строятся совсем просто. Если глубина меньше длины верёвки ($H < h$), то бревно будет свободно плавать на поверхности воды, верёвка при этом не натягивается ($F = 0$).

Если глубина больше суммы длин верёвки и бревна ($H > h + L$), то бревно, очевидно, будет полностью находиться под водой. В этом случае на бревно действует сила Архимеда $F_{\text{Арх}} = \rho_0 g V_{\text{бревна}} = \dfrac{\rho_0}{\rho} Mg$, которая уравновешивается силой тяжести Mg и силой натяжения верёвки F, то есть

$$F + Mg = \frac{\rho_0}{\rho} Mg$$

и

$$F = F_{\text{Арх}} - Mg = \frac{\rho_0}{\rho} Mg - Mg = \left(\frac{\rho_0}{\rho} - 1\right) Mg\,.$$

Теперь разберём промежуточный случай $h < H < h + L$. Возможное положение бревна в таком случае показано на рисунке

[1] А Солнце всегда останется на месте — в условии задачи сказано, что зайчик именно солнечный.

(вертикальность положения нити очевидна — у силы тяжести и силы Архимеда, действующих на бревно, нет горизонтальных составляющих, следовательно, эти силы не могут скомпенсировать горизонтальной составляющей силы натяжения наклонной нити; условия устойчивости равновесия бревна в вертикальном и наклонном положении в основном будут понятны из дальнейшего решения, для простоты формально мы их определять не будем).

Пусть x — длина погруженной в воду части бревна, α — угол наклона бревна (угол между бревном и горизонталью). Сила Архимеда действует только на погруженную в воду часть бревна и она в $\frac{x}{L}$ раз «больше» (меньше[1]) силы Архимеда, действующей на всё бревно, то есть равна $\frac{x}{L} \cdot \frac{\rho_0}{\rho} Mg$.

Чтобы бревно не вращалось в вертикальной плоскости вокруг конца, к которому привязана верёвка, необходимо равенство компенсирующих друг друга моментов силы тяжести и силы Архимеда относительно этого конца (других сил, действующих на бревно и имеющих ненулевые моменты относительно этой точки, нет).

$$Mg \cdot \frac{L}{2}\cos\alpha = \frac{x}{L}\frac{\rho_0}{\rho} Mg \cdot \frac{x}{2}\cos\alpha$$

Сократим полученное уравнение (уравнение моментов) на очевидно не равное 0 выражение $\frac{Mg}{2}$, получится

[1]Имеется ввиду, что силу нужно умножать на коэффициент $\frac{x}{L}$ и $\frac{x}{L} < 1$.

$$L\cos\alpha = \frac{x}{L}\frac{\rho_0}{\rho}x\cos\alpha$$

или

$$L^2\cos\alpha = x^2\frac{\rho_0}{\rho}\cos\alpha$$

Это условие может выполняться только или если $\cos\alpha = 0$ (то есть $\alpha = 90^\circ$ — бревно находится в вертикальном положении и под водой может находится любая его часть), или

$$x = \sqrt{\frac{\rho}{\rho_0}}\,L$$

(угол α при этом может быть любым $< 90^\circ$, длина погруженной части бревна, как оказалось, **не зависит от угла наклона**).

В случае $\alpha < 90^\circ$ сила Архимеда, действующая на бревно (погруженный в воду участок бревна), равна

$$\frac{x}{L}\cdot\frac{\rho_0}{\rho}Mg = \frac{\sqrt{\frac{\rho}{\rho_0}}\,L}{L}\cdot\frac{\rho_0}{\rho}Mg = \sqrt{\frac{\rho}{\rho_0}}\cdot\frac{\rho_0}{\rho}Mg = \sqrt{\frac{\rho_0}{\rho}}Mg\,,$$

а сила натяжения верёвки (в этом случае), соответственно, разности силы Архимеда и силы тяжести

$$F = \sqrt{\frac{\rho_0}{\rho}}\,Mg - Mg = \left(\sqrt{\frac{\rho_0}{\rho}} - 1\right)Mg$$

Теперь понятно, что после того, как уровень воды превысит значение $h + \sqrt{\frac{\rho}{\rho_0}}\,L$, бревно примет вертикальное положение (любое другое положение противоречит уравнению моментов) и при дальнейшем увеличении уровня воды сила Архимеда и, следовательно, сила натяжения верёвки будут линейно возрастать до тех пор, пока бревно полностью не погрузится под воду; после этого силы меняться перестанут. Формулу для этой линейной зависимости можно легко получить, но, поскольку в условии задачи требуется только построить график, мы просто соединим две соответствующие точки на графике прямой линией.

Окончательный график получается таким:

9. Сразу отметим, что устройство, собранное по приведённой в условии схеме, будет работать совсем не обязательно (к большому сожалению собирающих).

Кроме того, нереально придумать объяснение, подходящее ко всем работающим устройствам: для этого пришлось бы учесть все возможные детали конструкции каждого конкретного устройства и внешние условия, в которых оно находится.

Поэтому поступим так: сначала приведём простое, но очень поверхностное и неточное объяснение, а затем — наиболее интересные и не слишком сложные уточнения и разъяснения.

Простое объяснение. Пусть правая (на рисунке) банка и, соответственно, левое металлическое кольцо (соединённое с банкой проводником) имеют положительный электрический заряд, а левая банка и правое кольцо — отрицательный электрический заряд. (В том, как эти заряды возникли, мы пока разбираться не будем).

Вода — проводник, в ней находятся электрические заряды (положительные и отрицательные), которые могут перемещаться в пределах занимаемого водой объёма (но не могут этот объём покинуть, так как он ограничен изолирующими стенками сосуда и воздухом, который тоже плохо проводит электричество).

Под действием электростатических сил положительные заряды притягиваются к левому кольцу (и, соответственно, собираются в воде, находящейся около конца правой трубки), а отрицательные заряды по аналогичной причине располагаются около конца левой трубки. Явление перераспределения зарядов в проводнике в результате взаимодействия с другими заряженными телами называется поляризацией.

В результате капли воды, капающие из правой трубки, оказываются заряженными положительно, а капающие из левой трубки — заряженными отрицательно.

Капающие из правой трубки положительно заряженные капли пролетают сквозь отрицательно заряженное кольцо и затем попадают в положительно заряженную банку (силы притяжения капли к противоположно заряженному кольцу и отталкивания от одноимённо заряженной банки преодолеваются силой тяжести).

Аналогично, отрицательно заряженные капли, капающие из левой трубки, попадают в левую (отрицательно заряженную) банку.

Таким образом, в указанном процессе происходит накопление зарядов в металлических банках (и связанных с ними проводниками кольцах). По мере увеличения этих зарядов происходит усиление поляризации воды в резервуаре, и, вследствие этого, увеличение зарядов вновь образующихся капель (по сравнению с зарядами образовавшихся ранее). То есть процесс оказывается самонарастающим (или, по крайней мере, самоподдерживающимся).

Уточнения и разъяснения.

1. Объясняя причины перераспределения зарядов по находящейся в резервуаре воде, правильнее говорить об электростатических потенциалах, создаваемых в соответствующих местах (точнее, разности потенциалов между концом левой трубки и концом правой трубки). Когда на банках (а также кольцах и соединя-

ющих их проводниках) уже накоплены достаточно большие заряды, именно эти заряды и вносят основной вклад в соответствующие потенциалы.

2. До этого момента основной вклад в потенциалы создают другие заряды, появление которых в каждом конкретном случае обусловлено случайными причинами (которые физики называют флуктуациями). Разность потенциалов может быть обусловлена потенциалом Земли, зарядами на одежде экспериментатора и зрителей, работой находящейся рядом радиоэлектронной аппаратуры, летающими по воздуху заряженными пылинками и т. п.

3. На первый взгляд может показаться странным, что в процессе работы «симметричного» устройства на одной из его «симметричных» частей появляется положительный заряд, а на другой — отрицательный. (Кто «решает», куда заряд какого знака поместить?)

Как уже объяснялось выше, это «решение» зависит от многих случайных причин. К тому же практически сделать абсолютно симметричную конструкцию невозможно. А если бы это и получилось — создать абсолютно симметричные внешние условия всё равно нельзя.

4. Как отмечалось и объяснялось выше, возникшее небольшое перераспределение зарядов может самопроизвольно нарастать. Но мы не утверждаем, что так будет всегда и обязательно. Прежде чем прибор «заработает», распределение зарядов может поменяться на противоположное, и не один раз.

5. Во всяком физическом эксперименте интересно не только теоретическое обоснование, но и результаты. То есть интересно проверить, действительно ли на банках и соединённых с ними металлических частях устройства скапливаются электрические заряды. Мы рекомендуем для этой цели несколько простых способов.

а) Подвесить на тоненькой проволочке к металлической части (заряд которой мы хотим проверить) два лёгких кусочка металлической фольги («лепестка»), например, сделанных из обёртки конфеты. Когда накопится достаточно большой заряд, эти лепестки будут отталкиваться друг от друга. Лепестки должны висеть на проволоке свободно, например, в них можно проткнуть дырки и на проволоку надеть. Годится также кусочек новогоднего «дождика», который можно проткнуть посередине (лепестками будут два свисающих конца).

б) Соединить металлические банки проволокой, затем проволоку разрезать, оставив между разрезанными частями зазор не больше 1 мм. В темноте можно увидеть, как через этот зазор время от времени проскакивают искры.

в) Внимательно наблюдать за каплями. Их траектории в результате действия сил притяжения к кольцам и сил отталкивания от банок могут заметно искривляться.

г) Соединить металлические банки неоновой (газоразрядной лампочкой) — она будет периодически вспыхивать. Заметим, что нужна именно газоразрядная лампочка, которая «загорается» только при определённом напряжении, а до этого является изолятором. Обычная лампочка накаливания не годится — она является проводником и не даст накапливаться разноимённым зарядам. Аналогичная проблема может возникнуть и с электроизмерительными приборами (например, обычным школьным вольтметром).

В любом случае при проведении эксперимента требуется терпение — иногда заметный эффект не появляется достаточно долго — минут 5–10 или даже дольше. Почему это происходит? Одна из правдоподобных гипотез — на заряжающиеся части устройства оседают летающие вокруг пылинки противоположного знака (тем самым уменьшают заряд). Соответственно, приходится ждать, пока устройство «отловит» летающую вокруг заряженную пыль.

Описанное в задаче приспособление иногда называется «капельницей Кельвина», по имени предполагаемого изобретателя. Несколько усложнив конструкцию, на основе предложенной в условии задачи схемы можно собрать устройство, создающее напряжение в несколько тысяч Вольт; такие устройства раньше использовались в физических экспериментах в качестве простых (но не очень совершенных) генераторов высокого напряжения. Более подробное описание мы не даём — оно достаточно сложное для «школьной» книжки, и к тому же последствия экспериментов с высоким напряжением могут оказаться вредными для здоровья.

Критерии проверки и награждения

За каждую задачу ставилась одна из таких оценок:

$$+! \quad + \quad +. \quad \pm \quad \frac{+}{2} \quad \mp \quad -. \quad 0$$

Это традиционная система оценок для московских математических олимпиад (см. пояснение на стр. 861).

Грамота «за успешное выступление на конкурсе по физике» присуждалась за следующие (или лучшие) результаты.
1. В любом классе за хотя бы $\pm$ за любую из задач № 6, 8, 9.
2. В классе не старше 10 за хотя бы $\pm$ за любую из задач № 5, 7.
3. В классе не старше 8 за $\pm$ за любую задачу.
4. В 9 классе за оценки $\pm$ за любые две задачи.
5. В 9 классе за одну оценку $\pm$ и две оценки $\frac{+}{2}$ за любые задачи.
6. В классах 10 и 11 за оценку $\pm$ кроме задач № 1 и № 2 и ещё один $\pm$.
7. В классах 10 и 11 за оценку $\pm$ кроме задач № 1 и № 2 и ещё три оценки $\frac{+}{2}$ (за любые задачи).

Участникам, не получившим грамоту, балл многоборья присуждался за следующие (или лучшие) результаты.
1. В классе не старше 6 за оценку $\frac{+}{2}$ за любую задачу.
2. В классах 7 и 8 — за оценки $\frac{+}{2}$ за любые две задачи.
3. В классах 9 и 10 — за оценки $\frac{+}{2}$ за любые три задачи.
4. В 11 классе — за оценки $\frac{+}{2}$ за любые четыре задачи.

КОНКУРС ПО ХИМИИ

Задания

После номера каждой задачи в скобках указано, каким классам она рекомендуется. Решать задачи не своего класса разрешается, но решение задач для более младшего класса, чем Ваш, будет оцениваться меньшим количеством баллов. Предлагается решить 2–4 задачи. (К условиям задач прилагались таблицы Менделеева и растворимости.)

1. (7–8) В пособии, которое прилагается к набору «юный химик», описан следующий опыт. В чашку для выпаривания налить 2–3 мл спирта или ацетона, поджечь его, после чего залить пламя водой из заранее подготовленной пробирки. Пламя сразу погаснет. Затем повторить тот же опыт с 2–3 мл бензина или гексана. На этот раз при добавлении воды пламя не гаснет, и жидкость продолжает гореть. Как можно объяснить такой результат?

2. (7–9) Мама попросила Машу приготовить маринад. Маша должна была развести стакан (200 мл) уксуса в 1 л воды. Вместо столового уксуса она случайно развела в воде 200 мл уксусной эссенции. Когда Маша обнаружила ошибку, она разбавила некоторую часть полученного раствора водой и получила маринад точно в том количестве и той концентрации, как просила мама. Сколько полученного раствора и сколько воды было взято? Считать, что столовый уксус содержит 7% уксусной кислоты, уксусная эссенция — 70%, а плотность всех упомянутых веществ равна 1 г/мл.

3. Заполните пропуски в уравнениях химических реакций.

7–9 классы.

1) $____ = CaO + H_2O$

2) $____ + ____ = AgCl + NaNO_3$

3) $____ + 3\,O_2 = 2\,CO_2 + 3\,H_2O$

4) $____ + C = 2\,CO$

5) $BaO_2 + ____ + H_2O = BaCO_3 + ____$

9–11 классы.

6) $2\,____ + 2\,____ = I_2 + 2\,FeCl_2 + 2\,KCl$

7) $____ + 8\,____ = 3\,MgCl_2 + 2\,NH_4Cl$

8) $____ + SO_2 = NO + ____$

9) $2\,CrCl_3 + 3\,____ + 6\,H_2O = 2\,____ + 6\,NaCl + 3\,H_2S$

10) $4\,____ + 2\,Ca(OH)_2 = Ca(NO_3)_2 + Ca(NO_2)_2 + 2\,H_2O$

11) $____ + 5\,KI + 3\,H_2SO_4 = 3\,____ + 3\,I_2 + 3\,H_2O$

4. (9–10) После уроков Миша подошёл к Пете и протянул ему чистый лист бумаги. Это — письмо, написанное невидимыми чернилами, — сказал он. Подержи его над чашкой с нашатырным спиртом, и ты увидишь, что там написано. Петя

пришёл домой, взял в аптечке нашатырный спирт, перелил его в чашку и подержал над ней лист бумаги. На бумаге действительно появился текст малинового цвета. И это было решение домашней задачи по математике! Петя побежал за тетрадью, чтобы переписать туда решение. Но пока он бегал, надпись исчезла. Перед ним снова был чистый лист.

(1) Какими «чернилами» было написано письмо?

(2) Что Петя должен был сделать, чтобы надпись снова появилась?

(3) Что нужно сделать, чтобы надпись появилась и больше не исчезала?

5. (9–10) Металл массой 13,0 г обработали избытком разбавленной азотной кислоты. Металл растворился без выделения газа. К полученному раствору прибавили избыток раствора гидроксида калия, при этом выделилось 1,12 л газа (н.у.). Определите, какой металл был взят.

6. (9–11) Известно, что атомы углерода способны соединяться друг с другом, образуя цепочки ...–C–C–C–... Именно это является причиной чрезвычайного многообразия существующих органических соединений. Какие ещё типы веществ вы знаете, где атомы (не обязательно одинаковые) образуют длинные цепочки? Какие типы химической связи в них реализуются? Приведите примеры.

7. (10–11) На один моль иодалкана подействовали спиртовым раствором гидроксида калия и получили смесь двух изомерных алкенов в отношении 7 : 1. Масса основного продукта реакции (полученного в большем количестве) составила 49 г. Определите структурную формулу исходного соединения, считая, что реакция прошла количественно. Ответ обоснуйте.

8. (10–11) Согласно одной из существующих методик количественного определения фенола в воде, к пробе, подкисленной соляной кислотой, добавляют растворы бромида и бромата калия, а затем раствор иодида калия. Выделяющийся иод титруют раствором тиосульфата натрия. Какие химические реакции заложены в схему определения фенола? Напишите их уравнения. Применим ли метод к замещённым фенолам? Какие условия должны быть соблюдены, чтобы указанный метод дал точные результаты?

Решения задач конкурса по химии

Задачи и решения для конкурса по химии подготовили Софья Владимировна Лущекина и Зинаида Павловна Свитанько.

1. Спирт и ацетон растворяются в воде, при этом концентрация горючих веществ уменьшается и пламя гаснет. То, что спирт и ацетон растворимы, было очевидно не всем школьникам, хотя в быту достаточно распространены всевозможные спиртовые растворы, а раствор ацетона может быть знаком тем из вас, чьи мамы или старшие сестры пользуются жидкостью на основе ацетона для снятия лака для ногтей.

Бензин и гексан в воде не растворяются, и, так как их плотность меньше плотности воды, вода опускается на дно, а органические вещества остаются на поверхности и продолжают беспрепятственно гореть. Некоторые шестиклассники писали про радужную плёнку бензина на лужах, школьники постарше должны знать, что гексан — неполярное вещество и поэтому гидрофобно.

Распространённые заблуждения:

а) спирт и ацетон плотнее воды, поэтому они опускаются на дно, а вода плавает сверху и перекрывает доступ кислорода;

б) спирт и ацетон вступают в реакцию с водой, и продукты этой реакции не горят;

с) спирт и ацетон содержат меньше горючих веществ (обладают меньшей горючестью), чем бензин и гексан.

2. Сначала напомним, что 1 л = 1000 мл.

Маша должна была получить $200 + 1000 = 1200$ мл раствора, содержащего $200 \times 0{,}07(7\,\%) = 14$ г CH_3COOH (химическая формула уксуса), но вместо этого она получила тот же объём, содержащий $200 \times 0{,}7(70\,\%) = 140$ г уксуса. Понятно, что десятая часть этого раствора (120 мл) содержит необходимые 14 г уксуса. Осталось для получения необходимого объёма добавить $1200 - 120 = 1080$ мл воды.

Многие школьники предлагали разбавить весь полученный раствор в десять раз. Остаётся только удивляться, что бы делали Маша и её мама с 12 л маринада.

Несколько слов о точности наших измерений: если добавить к 120 мл полученного раствора не 1080 мл, а литр воды, то ничего не случится: маринад будет чуть более крепким,[1] что не страшно в домашних условиях. Точность приборов, которыми мы пользуемся в быту, невелика, и, отмеривая литр при помощи мерного стакана, мы легко можем ошибиться на 50, или даже 100 мл, тем более, что часть раствора обязательно окажется на полу, улетит в виде брызг.

В лабораторной практике всё обстоит по-другому. Химикам довольно часто приходится решать задачи по разведению тех или иных растворов. Практически во всех лабораторных экспериментах (особенно биохимических) используются небольшие количества веществ, при этом требуется очень высокая точность. Например, аналитические весы позволяют взвешивать с точностью до десятой доли миллиграмма. Многие лабораторные пипетки (сампле́ры) позволяют набирать микролитры (а особо дорогие и несколько нанолитров) жидкостей. В таких условиях работы на первое место по важности выходит способ обращения с мерными приборами и посудой. Например, в комнате, где проводят взвешивание, стараются поддерживать определённую температуру, а как правильно опустить пипетку с несколькими микролитрами ценной жидкости в пробирку, чтобы наше вещество не размазалось по стенкам и не улетело в виде брызг — целая наука.

3. Для решения этого задания сначала надо было вспомнить про закон постоянства состава. Т. е. количество атомов каждого элемента в правой и левой частях должно быть одинаковым. Так как все коэффициенты реакций даны, эта задача не такая уж сложная.

При помощи простого подсчёта сразу можно было примерно узнать, какие атомы и в каких количествах содержатся в пропущенных молекулах. Затем необходимо было понять что это за реакция (окислительно-восстановительная,

[1] Концентрация возрастёт примерно на 4% по сравнению с тем, что получится, если отмерить объём воды строго по расчёту.

обмена, . . .) и какие вещества (относящиеся к какому классу) должны быть на месте пропусков.

И, наконец, необходимо правильно написать ответ.

1) $Ca(OH)_2 = CaO + H_2O$

Многие школьники замечали, что исходное вещество содержит одну формульную единицу Ca и по две O и H, и так и писали CaO_2H_2 или даже O_2CaH_2; это прощалось школьникам, которые только начали изучать химию или ещё не изучали её совсем, но старшие должны задумываться, существует ли вещество, которое они пишут.

2) $AgNO_3 + NaCl = AgCl\downarrow + NaNO_3$

Это очень распространённая качественная реакция на хлорид-ион и ион серебра. Трудности были у тех, кто ещё не знает, что данные вещества состоят из ионов Ag^+, Na^+, Cl^-, NO_3^-.

3) $C_2H_6O + 3O_2 = 2CO_2 + 3H_2O$

В этом задании необходимо было просто посчитать, сколько атомов углерода и водорода дано в правой и левой части:

левая	правая	разница
6O	2C, 7O, 6H	2C, 6H, O

Брутто-формуле C_2H_6O соответствует два вещества: эфир CH_3OCH_3 и спирт C_2H_5OH.

4) $CO_2 + C = 2CO$

Этот пункт похож на предыдущий, так как сразу можно заметить, что неизвестное вещество содержит одну молекулу углерода и две молекулы кислорода. Это реакция восстановления углекислого газа до угарного, она обычно происходит в печах, когда ещё не всё топливо прогорело, а заглушку уже закрыли (перекрыли доступ кислорода), и остался только CO_2. Образующийся угарный газ очень опасен, он незаметно для человека угнетает дыхательную функцию. Многие люди, не умевшие правильно топить печь, погибли от этого (угорели).

В решениях часто встречался вариант $O_2 + 2C = 2CO$, здесь школьников подвела обычная невнимательность.

5) Это задание вызвало больши́е трудности. Не все обратили внимание на то, что BaO_2 — пероксид и содержит кислород в степени окисления -1. Правильный ответ:

$$BaO_2 + CO_2 + H_2O = BaCO_3 + H_2O_2.$$

Многие предлагали $BaO_2 + CO + H_2O = BaCO_3 + H_2O$.

Прямой подсчёт показывает, что пропущенное исходное вещество может быть CO, который должен бы реагировать с BaO_2.

В этом решении содержится две проблемы: CO — некислотообразующий, химически малоактивный оксид и при пропускании через раствор BaO_2 не будет взаимодействовать с ним. Но этого многие школьники могли ещё не знать или не помнить, тем более, что реакция и электронный баланс формально правильные.

$$\begin{array}{r|ll} C^{+2} - 2\overline{e} \to C^{+4} & \times 1 & \text{— восстановитель} \\ O^{-1} + \overline{e} \to O^{-2} & \times 2 & \text{— окислитель} \end{array}$$

Вторая проблема, и её мог заметить любой, состоит в том, что пропущенный продукт — вода, и она, видимо, не участвует в процессе; зачем же её тогда вообще написали в реакции?

Заметим, что если какое-то вещество необходимо в реакции, но при этом не расходуется (это относится в основном к катализаторам и растворителям), то его не указывают одновременно в правой и левой части, а помещают над стрелкой, как условия реакции. Кстати, в скобках рядом с веществом обычно пишут концентрированное вещество или разбавленное, измельченное или суспензия, а агрегатное состояние указывают как нижний индекс. Например:

$$2SO_2 + O_2 \xrightleftharpoons{V_2O_5} 2SO_3 \ ,$$

$$CH_4 + Cl_2 \xrightarrow{h\nu} CH_3Cl + HCl \ ,$$

$$HC{\equiv}CH + NaNH_2 \xrightarrow{NH_{3(ж)}} HC{\equiv}C^-Na^+ + NH_3 \ ,$$

$$10HNO_3\,(конц.) + I_{2(т)} \xrightarrow{50\text{–}60^\circ C} 2HIO_3 + 10NO_2\uparrow + 4H_2O \ .$$

В химической литературе можно встретить совершенно разнообразные обозначения и жесткое правило существует только одно: необходимо записывать уравнения и схемы реакций так, чтобы запись мог легко понять любой грамотный химик.

Вернёмся к нашей реакции. При добавлении CO_2 к раствору BaO_2, равновесие[1] $BaO_2 + H_2O \leftrightarrows H_2O_2 + BaO$, а точнее

$$BaO_2 + 2H_2O \leftrightarrows H_2O_2 + Ba(OH)_2$$

будет смещено в сторону продукта, так как BaO будет взаимодействовать с CO_2 и удаляться из зоны реакции в виде нерастворимого карбоната.

6) $2FeCl_3 + 2KI = I_2 + 2FeCl_2 + 2KCl$

Для решения этой задачи было необходимо сначала подумать, к какому типу относится эта реакция. Так как в продукты реакции входит иод в степени окисления 0, можно сразу предположить, что это окислительно-восстановительная реакция, потому что реакции, в которых I^0 не меняет степень окисления (кроме образования синего комплекса иода с крахмалом) очень редки и их рассматривать в данном случае не стоит.

На следующем этапе постараемся найти элемент, который мог бы окислить или восстановить иод (критерием будет служить электроотрицательность). Рассмотрим все варианты:

K. Теоретически металлический калий подходит на роль восстановителя I^+. Но в такой реакции практически невозможно получить I_2, потому что она будет проходить сразу с образованием I^-.

[1] Это равновесие имеет место при взаимодействии пероксида бария и холодной воды, в тёплой воде (50–60°C) этот процесс легко идёт в сторону образования перекиси.

Cl. Хлор может подойти на роль окислителя (если в правую часть входит в нулевой или положительной степени окисления), но так как хлор (тем более хлораты) — очень сильный окислитель, в продуктах не может образоваться Fe^{2+}, поскольку железо будет окисляться в первую очередь и до Fe^{3+}, а иод почти наверняка перейдёт в положительную степень окисления.

Fe. Железо может быть как окислителем, так и восстановителем, поскольку в правую часть уравнения входит в промежуточной степени окисления. Но в данной реакции металлическое железо не может восстанавливать иод до молекулярного иода из-за того, что I^+ недостаточно сильный окислитель. А вот вариант восстановления железа $+3$ иодом -1 подходит очень хорошо, так как Fe^{3+} достаточно мягкий окислитель, чтобы получился I_2.

Для того, чтобы правильно написать исходные соединения, напишем электронный баланс, подсчитав имеющиеся у нас атомы, поскольку в качестве подсказки нам даны все коэффициенты реакции:

$$\begin{array}{l|ll} Fe^{+3} + \overline{e} \to Fe^{+2} & \times 1 & \text{— окислитель} \\ & \quad\times 2 & \\ I^{-1} - \overline{e} \to I^{0} & \times 1 & \text{— восстановитель} \end{array}$$

Из имеющегося набора катионов и анионов ($2Fe^{+3}$, $2I^-$, $2K^+$, $6Cl^-$) можно «составить» только $2Fe^{+3}Cl_3$ и $2KI$. (На $2Fe^{+3}I_3$ просто «не хватит» иода.)

7) $Mg_3N_2 + 8HCl = 3MgCl_2 + 2NH_4Cl$

Это не совсем обычная реакция обмена. Исходное вещество — динитрид тримагния. Это жёлто-зелёное кристаллическое вещество. Кроме водорода N^{3-} образует соединения с щелочными и щёлочноземельными металлами. Эти соединения высоко реакционноспособны, из них относительно устойчивы только нитриды лития и магния благодаря тому, что их ионные радиусы не сильно отличаются от ионного радиуса азота. Нитрид лития получается при обычных условиях при взаимодействии металлического лития и азота. Для получения нитрида магния необходимо нагревание. Отметим, что в жидком аммиаке эти соединения ведут себя подобно оксидам в воде (в данном случае азот аналогичен кислороду). Но всё равно они легко разлагаются при действии различных реагентов (кислот, воды и т. д.) на аммиак (соль аммония) и соответствующую соль металла.

8) $NO_2 + SO_2 = NO + SO_3$

В этом задании надо заметить, что второй неизвестный продукт должен содержать серу и кислород. Нам известны следующие кислородосодержащие соединения серы[1]: H_2SO_3, H_2SO_4 и SO_3.

Сернистая кислота не подходит, так как в этом случае должна была произойти реакция перехода молекулы воды от соединения вида $NO \cdot H_2O$ к SO_2, но NO некислотообразующий оксид, т. е. не может присоединять воду с образованием кислоты.

[1] Мы рассматриваем только соединения с одним атомом серы, а вообще сера способна образовывать довольно длинные цепочки из своих атомов, благодаря этому разнообразие соединений серы очень велико (см. задание 6).

В случае H_2SO_4 и SO_3 имеет место окислительно-восстановительная реакция. Сера отдает два электрона, а так как у нас только один азот, то его атом их и принимает:

$$\begin{array}{r|ll} S^{+4} - 2\overline{e} \to S^{+6} & \times 1 & \text{— восстановитель} \\ N^{+4} + 2\overline{e} \to N^{+2} & \times 1 & \text{— окислитель} \end{array}$$

Значит, исходный продукт — NO_2. Вариант с гидроксидом (образование H_2SO_4) невозможен, так как NO_2 — тоже некислотообразующий оксид.

9) $CrCl_2 + 3Na_2S + 6H_2O = 2Cr(OH)_3 + 6NaCl + 3H_2S$

Это простая реакция обмена. Запишем уравнение с пропусками в полном ионном виде:

$$2Cr^{3+} + 6Cl^- + 3____ + 6H_2O = 2____ + 6Na^+ + 6Cl^- + 6H^+ + 3S^-$$

Как и во всех остальных пунктах этой задачи, внимательно посмотрим, чего не хватает (необходимо вспомнить, что $H_2O \leftrightarrows H^+ + OH^-$):

$$\begin{array}{cc} \text{левая} & \text{правая} \\ 6Na^+ \text{ и } 3S^- & 2Cr^{3+} \text{ и } 6OH^- \end{array}$$

Многие писали, что хром переходит в Cr_2O_3. Из раствора гидроксид хрома осаждается в виде кристаллогидрата $Cr(OH)_3 \cdot nH_2O$, и затем при долгом стоянии может постепенно терять кристаллизационную воду (это называется «старением» осадка, при этом гидроксид хрома теряет реакционную способность). При сильном нагревании происходит превращение $Cr(OH)_3 \xrightarrow{t^\circ} Cr_2O_3 + H_2O$. Так как мы не находим «лишней» воды в продуктах, то можно сказать, что оксид хрома в данной реакции не образуется.

10) $4NO_2 + 2Ca(OH)_2 = Ca(NO_3)_2 + Ca(NO_2)_2 + 2H_2O$

В этом пункте у нас только одно пропущенное вещество, поэтому понятно, что оно содержит все те атомы, которые есть в правой части, но которых нет в левой, при этом выполняется закон постоянства состава. Поэтому целесообразно подсчитать, сколько атомов каждого сорта в каждой части, и уравнять. Итак, пусть пропущенное вещество содержит x атомов N, y атомов O, z — H и u — Ca. Тогда:

$$\begin{array}{ccccccccc|l} 4xN & + & 0N & = & 2N & + & 2N & + & 0N & x = 1 \\ 4yO & + & 2 \times 2O & = & 2 \times 3O & + & 2 \times 2O & + & 2O & y = 2 \\ 4zH & + & 2 \times 2H & = & 0H & + & 0H & + & 2 \times 2H & z = 0 \\ 4uCa & + & 2Ca & = & 1Ca & + & 1Ca & + & 0Ca & u = 0 \end{array}$$

то есть, пропущенное соединение — NO_2.

11) $KIO_3 + 5KI + 3H_2SO_4 = 3K_2SO_4 + 3I_2 + 3H_2O$

Это реакция сопропорционирования. Реакции такого типа очень характерны для элементов, имеющих несколько устойчивых степеней окисления. Встречаясь в реакционной смеси, атомы одного и того же элемента, имеющие различные степени окисления, стараются «поделить поровну» свои электроны и могут образовывать в зависимости от стехиометрических соотношений и условий одно или несколько промежуточных соединений, например:

$$H_2S + H_2SO_4(\text{конц.}) \longrightarrow S\downarrow + SO_2\uparrow + 2H_2O\,,$$

$$H_2S + 3H_2SO_4(\text{конц.}) \xrightarrow{\text{кипение}} 4SO_2\uparrow + 4H_2O\,.$$

Кроме того, возможна обратная реакция: диспропорционирование. Например, диоксид азота диспропорционирует под действием щёлочи:

$$2N^{+4}O_2 + 2NaOH(\text{разб.}) = NaN^{+3}O_2 + NaN^{+5}O_3 + H_2O\,.$$

4. Несколько школьников предложили самое правильное решение этой задачи. Они посчитали, что Пете было бы полезнее не химичить дома на кухне, а решать домашние задачи по математике самостоятельно. Организаторы турнира полностью одобряют такую позицию!

Тем не менее, необходимо разобраться с химической стороной этого преступного списывания:

1) Письмо было написано фенолфталеином. Это довольно распространённый индикатор, который в кислой и нейтральной среде бесцветен, а при pH 8,2–9,8 становится малиново-красным (интервал индикаторного перехода[1]), это объясняется тем, что в щелочной среде в результате перераспределения электронной плотности в его молекуле образуется хиноидная структура (хромофор), который и придаёт малиновую окраску соединению.

кислая форма щелочная форма

В сильно щелочной среде (pH∼13) фенолфталеин теряет свою окраску и становится опять бесцветным.

сильно щелочная форма

Для тех, кто ещё не изучал или только начал изучать органическую химию, поясним: в химических формулах «угол» между связями, в котором не указано никакой буквы (а также «развилка», «перекрёсток» и просто конец) условно обозначает, что в этом месте находится атом углерода; если валентность этого атома углерода за счёт всех обозначенных химических связей оказывается равной $n < 4$, то подразумевается, что с этим атомом углерода

[1] $pH = -\lg[H^+]$, так обычно выражают концентрацию ионов водорода — показатель кислотности раствора. Или, если сказать по-другому, $pH = x$ означает, что концентрация ионов H^+ в растворе равна 10^{-x}моль/литр. В нейтральной среде $pH = 7$, в кислой среде $pH < 7$, в щелочной, соответственно, $pH > 7$

ещё связано $(4-n)$ атомов водорода. Так поступают только с углеродом и связанным с ним водородом в структурных формулах органических соединений[1], другие атомы (кислород, азот и т. д.) обозначают обязательно. Обратите внимание на то, что, когда мы пишем формулу неорганического соединения, мы редко указываем его строение, но чётко записываем его состав, в органике же гораздо более важно строение, а точный состав можно определить по валентности.

Когда Петя подержал письмо над чашкой с нашатырным спиртом, листок пропитался пара́ми аммиака. При этом происходит взаимодействие аммиака с водой, сорбированной на волокнах бумаги: $NH_3 + H_2O \leftrightarrows NH_4^+ + OH^-$. Среда в толще бумаги становится щелочной, и индикатор меняет окраску.

В решениях, особенно в тех, которые писали младшие школьники, были довольно распространены «пищевые» версии: молоко и лимонный сок. Видимо из-за того, что в художественной литературе эти вещества часто используются для тайнописи. Только непонятно, почему же надпись проявлялась при действии паров аммиака.

2) С этим пунктом проблем практически не возникло, очень многие совершенно справедливо предлагали подержать листок над чашкой с нашатырным спиртом ещё раз, однако полный ответ в этом пункте включал объяснение, почему надпись исчезла, пока Петя бегал за тетрадкой. Дело в том, что аммиак быстро испарился и фенолфталеин вернулся в прежнюю форму.

3) Фенолфталеин меняет свою окраску при действии любого основания. Аммиак плох тем, что летуч. Но практически все остальные основания не обладают этим недостатком. Поэтому, чтобы надпись появилась и больше не исчезала, можно обработать письмо раствором обычной щёлочи, например NaOH.

Но у NaOH и многих других гидроксидов есть свои недостатки — они слишком «едкие» — требуют аккуратного обращения: вызывают химические ожоги при попадании на кожу, слизистые оболочки; попадание в глаза — это серьёзная травма. Кроме экспериментатора NaOH «разъедает» и обычную бумагу (она «расползается», а после высыхания рассыпается в труху). Поэтому гидроксиды для целей нашей задачи скорее всего не подходит. К тому же они не используются в быту (по тем же вышеописанным причинам). Петя скорее всего не найдёт таких веществ у себя дома.

Щелочную среду могут создавать и другие, в том числе более «бытовые» вещества, например, раствор питьевой ($NaHCO_3$) или стиральной (Na_2CO_3) соды в воде. Это происходит в результате гидролиза:

$$Na_2CO_3(\text{разб.}) = 2Na^+ + CO_3^{2-}, \qquad CO_3^{2-} + H_2O \leftrightarrows HCO_3^- + OH^-$$

$$NaHCO_3(\text{разб.}) = Na^+ + HCO_3^-, \qquad HCO_3^- + H_2O \leftrightarrows H_2CO_3 + OH^-$$

В результате взаимодействия образовавшихся таким образом в растворе ионов OH^- с молекулами фенолфталеина образуется окрашенная форма этих молекул.

[1]Такое сокращение допустимо, но не обязательно. Обозначение всех атомов C и H не считается ошибкой, однако в большинстве случаев уменьшает «читаемость» формулы и увеличивает необходимую для воспроизведения этой формулы площадь бумаги. Предлагаем вам нарисовать полностью (в процессе изучения химии это всё равно полезно проделать хотя бы один раз) какую-нибудь из приведённых здесь структур фенолфталеина и убедиться в этом самостоятельно.

Раствор соды нужно наносить аккуратно, чтобы не смыть текст (например, кисточкой, или приложить письмо к смоченному в растворе листу бумаги или куску ткани). Окунуть целиком в раствор соды само письмо — идея не очень хорошая.

При проверке решений как правильные засчитывались любые ответы, в которых предлагалось подействовать на листок нелетучим основанием. Большинство участников турнира, догадавшихся до этого, писали, что листок надо смочить щёлочью, и несмотря на то, что в практическом отношении этот вариант не очень удачен (см. выше), он оценивался полным баллом.

Очень разумными, но, к сожалению, не совсем химическим было предложение нескольких участников обвести надпись ручкой или карандашом, поместить в пакет и даже заламинировать.

Те, кто в первом пункте предлагали в качестве чернил молоко или лимонный сок, здесь предлагали подвергнуть листок термической обработке (прогладить утюгом, подержать над лампой, пламенем плиты...).

Распространённым был вариант обмакнуть письмо в нашатырный спирт. Проблему быстрого испарения аммиака можно этим решить, но надпись смоется, бумага размокнет, и переписать задачу по математике Петя уже не сможет.

5. Ответ: Zn (цинк).

При взаимодействии азотной кислоты с металлами в зависимости от концентрации кислоты и свойств металла могут выделяться NO_2, NO, N_2O и NH_3. При этом в последнем случае газ не будет выделяться, так как с аммиаком будет взаимодействовать азотная кислота (которая, хотя и сильно разбавлена, но имеется в достаточном количестве) с образованием NH_4NO_3. Запишем реакцию взаимодействия металла[1] M с разбавленной азотной кислотой:

$$8M + 10HNO_3 = 8MNO_3 + NH_4NO_3 + 3H_2O.$$

Газ, который выделялся при действии щёлочи, — аммиак:

$$NH_4NO_3 + KOH = NH_3\uparrow + KNO_3 + H_2O.$$

Из этих двух уравнений реакции видно, что на один моль газа приходится 8 моль металла. Аммиака выделилось $1{,}12/22{,}4 = 0{,}05$ моль, значит металла было $0{,}4$ моль, и молярная масса M, если металл одновалентен, равна $13,0/0,4 = 32,5$ г/моль. Но металл с такой атомной массой в природе не встречается, похожую массу имеет сера (32), но она по понятным причинам не может считаться правильным ответом. Двухвалентный металл должен иметь массу $2 \cdot 32{,}5 = 65$ г/моль. Такую атомную массу имеет цинк, и это правильный ответ. Подходящий трёхвалентных металлов (молярная масса $3 \cdot 32{,}5 = 97{,}5$ г/моль) тоже нет.

[1] Будем считать металл одновалентным. Так как коэффициенты реакции определяет количество электронов, переходящих от одного атома к другому, то в случае двухвалентного металла мы сможем умножить молекулярную массу, которую мы получим, на два, для трёхвалентного — на три. Можете это проверить самостоятельно, написав уравнения реакции с соответствующими коэффициентами и пересчитав молярную массу.

Тот же ответ можно было получить, не разбирая случаи с валентностью, а воспользовавшись эквивалентами, хотя по своей сути решение осталось бы прежним.

6. Эта задача не предполагает полного решения. Мы приведём лишь некоторые наиболее характерные примеры.

Некоторые простые вещества образуют длинные цепочки ковалентно связанных атомов. Как правило, такие вещества имеют много аллотропных[1] модификаций и в соединениях также склонны к образованию полимеров.

Сера. Обычно элементная сера состоит из восьми атомов, которые могут быть по-разному упакованы в кристаллическою решетку. Кроме того, существует неустойчивая пластическая сера — хаотично переплетенные зигзагообразные длинные цепи. В соединениях сера также часто образовывает длинные полимерные цепи, в которых звенья могут соединяться через атомы кислорода или самой серы. Состав и строение таких веществ зависит от условий получения.

Бор. Имеет более 10 аллотропных модификаций. Атомы бора в них объединены в группировки B_{12}, имеющие формы икосаэдра — двадцатигранника.

Гидриды бора (бораны) образуют довольно сложные по структуре соединения с многоцентровыми связями.

Особенно интересные структуры образуют кислородные соединения бора. Это могут быть плоские зигзагообразные цепи, соединённые друг с другом тетраэдры, «соты» и т. д.

Фосфор. Фосфор имеет большое число аллотропных модификаций, из которых важнейшие — белый и красный фосфор. В пара́х он находится в виде четырёхатомной молекулы P_4, при конденсации образуется белый фосфор P_4, который при длительном хранении или нагревании переходит в полимер — красный фосфор. Ещё одна аллотропная (или аллотропическая) модификация — чёрный фосфор — имеющая структуру, похожую на графит, состоит из гофрированных слоёв. Во всех модификациях фосфор связан с тремя своими соседями. Фосфор может также образовывать цепочки (не очень длинные) и в соединениях с кислородом.

Кремний. Простое вещество, имеет алмазоподобную модификацию. Соединения кремния с кислородом образуют большой класс соединений — оксисиликаты. В основе их лежит структура, изображенная на рисунке.

Каждый кислород связан с двумя атомами кремния, а каждый кремний — с четырьмя кислородами. Взаимное пространственное расположение этих атомов может быть очень разным, кроме того, в структуру оксисиликатов входят различные ионы. И все вместе они образуют очень длинные и разветвлённые цепи, сети и пространственные структуры.

[1] Аллотропия — существование одного и того же химического элемента в виде двух или нескольких простых веществ, различных по строению и свойствам, т. н. аллотропических (или аллотропных) модификаций.

Биополимеры. Многие биологически активные вещества имеют вид длинных цепочек. Кроме связей C–C встречаются связи с азотом, например, в белка́х, представляющих из себя длинные последовательности аминокислот, они соединяются между собой пептидной связью.

На рисунке изображён дипептид — две аминокислоты, R_1 и R_2 — радикалы, определяющие биологические (биохимические) свойства аминокислот.

пептидная связь

Хотя в организме встречается всего 20 видов (20 различных радикалов) аминокислот[1], они образуют очень длинные цепочки, белок может включать до 10 тысяч аминокислот (хотя оговоримся, что они не образуют все одну длинную цепь, как правило это несколько длинных цепочек (от двух до десяти), связанных друг с другом электростатическими взаимодействиями и ковалентно через дисульфидные мостики –S–S–).

Другой пример биологических макромолекул — молекулы, несущие генетическую информацию — ДНК (дезоксирибонуклеиновая кислота) и РНК (рибонуклеиновая кислота), связь между соседними звеньями этих очень длинных цепочек осуществляют фосфат (кислотный остаток фосфорный кислоты) и сахар (дезоксирибоза и рибоза соответственно).

Объём и цели этой книжки не позволяют сколько-нибудь подробно описывать структуру и функции белков и нуклеиновых кислот, а также просто перечислить все биологически активные молекулы, представляющие из себя длинные цепи. Ваше знакомство с ними начнётся в курсе общей биологии. Скажем только, что эти длинные цепи атомов составляют химическую основу всего живого.

Водородная связь. Во всех перечисленных выше примерах образовыванию длинных цепочек служила ковалентная (как полярная, так и неполярная) связь. Другой пример связи — водородная. Водородная связь — это электростатическое взаимодействие водорода, несущего большой положительный заряд, с атомом, несущим большой отрицательный заряд. Например, молекулы воды образуют не просто цепи, а целую решётку из молекул. Конечно, эти связи очень непрочные, но, тем не менее, они оказывают серьёзное влияние на свойства веществ. В этом можно убедится, сравнив температуры кипения воды и сероводорода и других гидридов элементов VI группы — у воды температура кипения аномально высокая.

Обратите внимание, что между молекулами HF очень сильные водородные связи, так как фтор электроотрицательнее водорода, но температура кипения HF гораздо ниже, чем у воды. Это объясняется тем, что молекулы фтороводорода «слипаются», образуя димеры, а не разветвлённые цепи связанных между собой молекул, как H_2O.

[1] В тканях некоторых организмов содержатся и другие (необычные) аминокислоты — см. стр. 911 (вопрос № 7 по биологии).

Для справки приводим температуры кипения названных веществ при атмосферном давлении.

H_2O	100,00 °C	HF	19,52 °C
H_2S	−60,35 °C	HCl	−85,08 °C
H_2Se	−41,4 °C	HBr	−66,8 °C
H_2Te	−2 °C	HI	−35,4 °C

7. Реакцию отщепления галогенводорода с образованием диена называют элиминированием. Известно несколько механизмов этой реакции, мы приведем схему только одного из них.

И ещё немного об обозначениях, принятых в химической литературе: обычно B: или B^- обозначается основание (от английского *basis* — основание), в данном случае это OH^-, а продукт BH, соответственно, вода. Кислоты условно обозначаются A^+ (от *acid* — кислота). В квадратных скобках со значком $\neq$ обозначают промежуточное соединение, которое в чистом виде не существует, но отражает механизм протекания реакции. $\delta-$ и $\delta+$ означают, соответственно, избыток и недостаток электронной плотности[1], стрелочки — направления её перераспределение.

Так как получается два изомерных алкена, можно предположить, что исходный иодалкан — вторичный[2].

Рассчитаем массу продукта: нам известно, что 7/8 моля продукта весят 49 г, то есть молекулярная масса этого продукта 56 г/моль. Общая брутто-формула всех алкенов C_nH_{2n}. Составим простое уравнение: $12n + 2n = 56$, $n = 4$, т. е. получен алкен C_4H_8. Значит, исходное соединение имело бруттоформулу C_4H_9I. Простым перебором можно показать, что вторичный изомер с такой формулой всего один: $CH_3 - CHI - CH_2 - CH_3$ (если у Вас получилось два, то проверьте, не симметричны ли они).

Интересный вопрос, какой из алкенов был основным продуктом и получился в бóльшем количестве. В органической химии существует правило Зайцева, по которому водород с большей вероятностью отщепляется от того атома C, с которым до отщепления было связано меньшее количество атомов H. Это объясняется тем, что в этом случае образуется более устойчивый промежуточный продукт.

[1]Так как электрон — отрицательно заряженная частица, избыток электронной плотности придаёт атому частичный отрицательный заряд, а недостаток — частичный положительный.

[2]Иод связан со вторичным атомом углерода, то есть таким, который имеет ровно *две* связи углерод–углерод.

Более подробно о химических реакциях, которые соответствуют (или, наоборот, не соответствуют) правилу Зайцева, узнают те из вас, кто будет изучать органическую химию в ВУЗе.

8. Фенол — ядовитое вещество, которое может содержаться в сточных водах промышленных предприятий. Чтобы убедиться, что сточные воды достаточно хорошо очищены, нужно уметь определять в них малые концентрации вредных компонентов, в том числе фенола. Метод, описанный в задаче, основан на реакции фенола с бромом, которая протекает следующим образом:

Мы знаем, что бромирование бензола идёт только в присутствии катализатора (например, $FeBr_3$) и при этом только один атом водорода бензольного кольца замещается атомом брома. В случае же фенола реакция протекает очень легко и сразу же даёт трибромпроизводное. Это объясняется активирующим действием гидроксильной группы на бензольное кольцо. Неподелённая пара электронов, принадлежащая атому кислорода, втягивается в кольцо, в результате чего электронная плотность в кольце повышается. Так как реакция бромирования протекает по механизму электрофильного замещения, повышение электронной плотности благоприятно для реакции. При этом можно заметить, что гидроксильная группа активирует не любые положения в бензольном кольце, а именно положения 2, 4 и 6. Вещество 2,4,6-трибромфенол — твёрдое, выпадает в осадок.

Бром, необходимый для бромирования фенола, образуется в реакционной смеси при взаимодействии бромида и бромата калия в кислой среде:

$$5KBr + KBrO_3 + 6HCl = 6KCl + 3Br_2 + 3H_2O$$

Избыток брома, оставшийся после связывания всего фенола, взаимодействует с иодидом калия

$$Br_2 + 2KI = I_2 + 2KBr$$

И, наконец, выделяющийся иод титруют раствором тиосульфата натрия. При этом реакция протекает по уравнению:

$$2Na_2S_2O_3 + I_2 = Na_2S_4O_6 + 2NaI$$

Соединение $Na_2S_4O_6$, которое при этом образуется, называется тетратионат натрия. Реакция иода с тиосульфатом натрия часто используется в окислительно-восстановительном титровании, так как она протекает быстро и количественно. Кроме того, конечную точку титрования легко обнаружить, так как иод образует с крахмалом интенсивно окрашенный сине-фиолетовый комплекс.

Перед титрованием в раствор добавляют несколько капель раствора крахмала, при этом сразу же появляется сине-фиолетовая окраска, так как раствор содержит иод. По мере прибавления $Na_2S_2O_3$, иод постепенно расходуется. В тот момент, когда добавленное количество тиосульфата точно эквивалентно количеству иода, реакция проходит полностью (иода не остаётся), и окраска исчезает. Это и есть конечная точка титрования. По количеству раствора $Na_2S_2O_3$, израсходованного к этому моменту, рассчитывают количество иода, которое получилось в реакции с бромом, а по нему — количество брома, которое осталось после взаимодействия с фенолом. Поскольку мы можем определить исходное количество брома, которое получилось в растворе из бромата и бромида, то теперь по разности можно узнать количество брома, которое пошло на реакцию с фенолом и, наконец, количество фенола. Конечно, нет никакой надобности каждый раз проводить всю эту последовательность расчётов. При разработке методики обычно сразу выводят формулу, по которой искомую величину можно определить непосредственно из количества затраченного реагента, в данном случае концентрация фенола в воде будет сразу определяться при подстановке в формулу количества тиосульфата натрия.

Метод применим к любым фенолам, которые содержат CH-связи, активированные к реакции с галогеном. В самом феноле, как мы видим, — это связи при 2, 4 и 6 атомах углерода. Естественно, в случае замещённых фенолов необходимо знать количество реагирующих CH-связей, чтобы правильно рассчитать массу определяемого фенола. Если все указанные положения заняты другими заместителями, как, например, в 2,4,6-трихлорфеноле, то метод неприменим.

Чтобы метод дал точные результаты, необходимо соблюдать следующие правила: количество бромида в растворе должно быть как минимум в 5 раз больше количества бромата (иначе выделяться будут Cl_2 и Br_2), соляной кислоты должно быть не очень много, так как тиосульфат натрия нестоек в кислой среде.

Критерии проверки и награждения

Каждая задача оценивалась в баллах; баллы, полученные участником за все задачи на конкурсе по химии, суммировались.

Баллы за решения задач выставлялись следующим образом:

№ задачи \ класс	$\leqslant 8$	9	10	11
1	4	3	1	
2	5		3	
3 (1-я часть; за одну реакцию)	1	0,5		0,25
3 (2-я часть; за одну реакцию)	1		0,5	
4	$2+1+2=5$			$1+1+1=3$
5	5			4
6 (за каждый вариант)	2		1	
7	5			
8	5(реакции) + 3(доп. вопросы) = 8			

(в случае частичного решения задачи оно могло оцениваться меньшим, чем указано в таблице, количеством баллов).

Грамоты «за успешное выступление на конкурсе по химии» и баллы многоборья присуждались в соответствии с суммой баллов по задачам следующим образом:

Класс	балл многоборья (e)	грамота (v)
$\leqslant 7$	2	3
8	3	4
9	4	5
10	4	6
11	4,5	6

КОНКУРС ПО БИОЛОГИИ

Задания

Задания адресованы школьникам всех классов, все выполнять не обязательно — можно выбрать те из них, которые вам по вкусу и по силам.

1. Позвоночные животные имеют скелет, служащий опорой для тела. За счёт чего могут поддерживать своё тело беспозвоночные животные, растения и грибы?

2. Известно, что животные различаются по способу питания; так, все знают, что бывают травоядные животные, а бывают хищники. Как ещё могут питаться животные? Назовите как можно больше известных вам способов. Какие приспособления к разным типам питания существуют у животных?

3. Обычно у растений сочные плоды — ягоды и прочие — служат приманкой для животных, которые эти плоды поедают и тем самым распространяют семена, проходящие через пищеварительный тракт. Но все вы знаете, что некоторые ягоды нельзя есть, так как ими можно отравиться. Зачем растениям это может быть нужно?

4. Некто купил участок земли. Ему ужасно интересно, какие животные и растения жили на этом участке прежде. Предложите любознательному землевладельцу несколько способов, которые помогут ему удовлетворить своё любопытство.

5. Известны группы животных (среди них, например, плоские черви), которые не имеют кровеносной системы. Как вы думаете, как они без неё обходятся?

6. Хозяйка обнаружила на кафеле неприятный налёт. Соседка сказала, что скорее всего это грибы. Могут ли это быть грибы? А другие организмы? Предложите способы, с помощью которых можно было бы выяснить природу этого налёта.

7. В глубинах океана живут удивительные червеобразные животные — рифтии. Жить они могут только возле бьющих из дна горячих источников, вода которых обогащена сероводородом. У рифтий нет кишечника, а органические вещества они получают от симбионтов — хемосинтезирующих бактерий, которые получают органические вещества из неорганических за счёт энергии химических реакций (а не за счёт энергии солнечного света, как зелёные растения).

Бактерии живут внутри рифтий, в специальном органе, называемом трофосомой. И тут возникает проблема: для хемосинтеза бактериям нужен сероводород, но для дышащих кислородом животных (к которым относятся и рифтии, они дышат с помощью пронизанных кровеносными сосудами щупалец-жабр) сероводород, проникший в тело — яд. Предложите возможный механизм, позволяющей рифтии поддерживать жизнедеятельность бактерий-симбионтов и не отравиться самой.

8. Предположим, вы сидите на самоходном кресле на колёсиках, которое может ехать прямо вперёд, а может поворачивать. Договоримся, что глаза у вас закрыты и вы не подсматриваете. Будете ли вы знать, в какой момент и в какую сторону поворачивает кресло? Если да, то благодаря чему (каким образом)? Если нет, то почему?

Ответы на вопросы конкурса по биологии

Вопрос 1. *Позвоночные животные имеют скелет, служащий опорой для тела. За счёт чего могут поддерживать своё тело беспозвоночные животные, растения и грибы?*

Растения. Растения могут поддерживать форму собственного тела за счёт многих специальных приспособлений. Можно рассмотреть несколько уровней организации.

На клеточном уровне.

1. Клеточные стенки (состоящие из целлюлозы) являются внутренним скелетом растения, который обеспечивает механическую прочность. Именно клеточные стенки придают клеткам определённую форму, защищают содержимое клетки, противостоят внутриклеточному тургорному давлению.

2. Ту́ргор — напряжённое состояние клеточной стенки, создаваемое гидростатическим давлением цитоплазмы, нормальное физиологическое состояние клеточной стенки. Благодаря ему растение также сохраняет свою форму, занимает определённое положение в пространстве, противостоит механическим воздействиям.

На тканевом уровне.

1. Механические ткани обеспечивают прочность растения, способность противостоять действию тяжести собственных органов, порывам ветра, дождю, снегу, вытаптыванию животными. Они играют в растении роль скелета. У проростков, в молодых участках органов механических тканей нет, необходимую упругость они имеют благодаря тургору. По мере развития органа в нём появляются специализированные механические ткани — колленхима и склеренхима.

а) Колленхима развивается в стеблях и черешках листьев двудольных под эпидермой. В корнях её обычно нет. Её клетки вытянуты в длину, живые, часто содержат хлоропласты, клеточные стенки неравномерно утолщены. В зависимости от характера утолщения стенок и их соединения различают уголковую, рыхлую и пластинчатую колленхиму.

б) Склеренхима встречается наиболее часто. Её клетки мёртвые, и стенки равномерно утолщённые, одревесневшие. Различают два типа склеренхимы: волокна и склереиды.

2. В проводящих комплексах растений также встречаются механические элементы — древесинные волокна (либриформ) и лубяные волокна.

На уровне органов.

Также опорную функцию выполняют придаточные корни, которые растут от ствола или от ветвей растения (например, у баньяна).

Грибы. Грибы поддерживают своё тело за счёт:

1. Внутреннего скелета, который включает в себя:

а) Клеточные стенки, которые включают в свой состав хитин или хитозан (они придают большую прочность клеточным стенкам). Также существуют некоторые представители, у которых вместо хитина в состав клеточной оболочки входит целлюлоза.

б) Высокое тургорное давление (см. ответ на вопрос про растения).

2. Также некоторые представители (например, шляпочные грибы) могут поддерживать своё тело за счёт плотного переплетения гиф.

Животные. Безусловно, у беспозвоночных животных настоящая кость, которая составляет основу скелета всех позвоночных, отсутствует. Тем не менее, это не означает, что у них отсутствуют какие-либо скелетные структуры. Начнём с клеточного уровня. Сама клетка не является аморфным образованием. В цитоплазме существует сложная сеть фибрилл. Она представлена, по меньшей мере, микротрубочками, промежуточными филаментами и микрофиламентами. Первые это трубочки диаметром около 24 нм (1 нм = 10^{-9} м), состоящие из белка тубулина. Они образуют каркас, называемый цитоскелетом, кроме того, участвуют в транспорте органелл внутри клетки и играют важную роль при делении. Микрофиламенты — это тонкие нити диаметром около 7 нм, состоящие из белка актина. Они также входят в состав цитоскелета и участвуют в движении как самой клетки, так и в транспорте веществ внутри клетки.

Многоклеточные организмы используют опорные элементы различного происхождения. В первую очередь, это жёсткие минеральные либо органические структуры, поддерживающие тело животного. Наиболее крупные примитивные беспозвоночные — это губки (*Spongia*). Размер некоторых тропических форм может достигать метра и более. В теле губок внутри специальных клеток (склеробластов) формируются иглы. Затем они постепенно увеличиваются в размерах, со временем обтягиваются цитоплазмой, могут приобретать самые разнообразные формы: от простой палочковидной до звёздчатой и шаровидной. Масса таких игл, состоящих из углекислого кальция или из кремнезёма, образует твёрдый даже по человеческим меркам скелет. У части губок элементы скелета органические и формируются внеклеточно несколькими клетками. В этом случае они состоят из белка спонгина. Есть и мелкие бесскелетные губки.

У нашей пресноводной гидры жёстких скелетных элементов нет, однако у неё мышечные элементы расположены в несколько слоёв и имеют взаимоперпендикулярное направление. Так что, координируя их работу, гидра может сжиматься или вытягиваться. Похожее строение имеют сцифоидные медузы (класс

Scyphozoa). Но у них, помимо прочего, толстая мезоглея (пространство между экто- и энтодермой), заполнена студенистым веществом. Родственники гидры — морские колониальные полипы — имеют снаружи жёсткую оболочку (теку), выделяемую клетками эктодермы.

У кораллов (класс *Anthozoa*) скелет состоит из углекислой извести, реже из рогоподобного вещества. Так, у восьмилучевых кораллов (подкласс *Octocorallia*) скелет формируется в мезоглее. Шестилучевые кораллы, составляющие основную массу рифообразователей, имеют внешний скелет, выделяющийся клетками эктодермы. Индивидуальные «домики» каждого полипа, соединяясь вместе, образуют гигантские коралловые рифы.

Следующую группу составляют животные, опорную роль у которых играют кожно-мускульный мешок и паренхима. Прежде всего, это плоские черви (*Plathelminthes*). В клетках паренхимы у них находятся фибриллярные образования, что позволяет рассматривать в качестве одной из её функций опорную.

Круглые и кольчатые черви имеют особую опорную систему — гидроскелет. Они имеют относительно жёсткие покровы (например, слой наружной кутикулы у круглых червей) и полость тела, заполненную жидкостью (некоторую аналогию можно провести с автомобильным колесом). Такая конструкция обеспечивает опору для прикрепления мышц.

У моллюсков снаружи имеется раковина. Частично она тоже выполняет опорную функцию, однако основная её функция — защитная. В некоторых группах происходит редукция раковины и погружение её внутрь тела (например, у каракатицы). У головоногих (*Cephalopoda*) раковина либо вовсе отсутствует, либо сохраняется в виде небольшой подкожной пластинки. Кроме того, у головоногих, как правило, развит внутренний скелет. Он представлен пластинками из хрящеподобного вещества в основаниях щупалец и в хвостовых плавниках. У них имеется капсула, окружающая головной мозг. Так что, будучи большими мягкотелыми животными, они не лишены опорных элементов.

Другую большую группу составляют животные, имеющие наружный скелет — это членистоногие. Это ракообразные, паукообразные, насекомые и близкие к ним группы. Здесь снаружи от покровов имеется как правило жёсткая и сложно устроенная кутикула, состоящая главным образом из хитина (вещество, по строению близкое к целлюлозе). Такой наружный скелет служит защитой и составляет опору для прикрепления мышц. В некоторых случаях такой хитиновый покров впячивается внутрь и образует своего рода «внутренний скелет», служащий дополнительными местами прикрепления мышц, особенно в тех отделах, где мускулатура хорошо развита.

Таким образом, представители большинства групп беспозвоночных имеют различные по строению, положению и происхождению опорные структуры. Это внутренний известковый скелет у некоторых губок и кишечнополостных, наружный скелет у членистоногих, гидроскелет у круглых и кольчатых червей и т. д.

Довгоброд И. Г.

Вопрос 2. *Известно, что животные различаются по способу питания; так все знают, что бывают травоядные животные, а бывают хищники. Как ещё могут питаться животные? Назовите как можно больше извест-*

ных вам способов. Какие приспособления к разным типам питания существуют у животных?

Животные по типу питания относятся к гетеротрофам — т. е. они питаются уже готовыми органическими веществами. Но способы питания (получения этих готовых органических веществ) могут быть разными. Соответственно этим различиям в особенностях питания формируются и разнообразные приспособления к этим особенностям.

Так, в качестве одного из способов питания можно рассматривать хищничество — пищей в этом случае являются другие животные.

В общем случае, в связи с хищничеством развиваются различные орудия нападения и удержания жертвы: особенности ротового аппарата, в том числе устройство зубов и челюстей — преимущественное развитие получают клыки (для млекопитающих), вытянутая пасть (крокодилы), с несколькими рядами зубов, направленными вовнутрь (акула); когти (кошачьи, хищные птицы). Для хищных млекопитающих характерно относительное снижение периферического зрения за счёт увеличения его остроты. Для многих хищников характерен засадный метод охоты — выжидание жертвы и относительно короткий бросок — необходимы высокая скорость, точная координация, но это происходит в общем случае за счёт снижения выносливости; развиваются различные виды покровительственной (маскирующей) окраски.

Своеобразный метод охоты мы встречаем у представителя иглокожих — морской звезды — она наползает на мидию, выворачивает желудок, оплетая им мидию, дожидается открытия створок и впрыскивает пищеварительные ферменты внутрь раковины.

Дятлы, которых можно отнести к насекомоядным, питаются личинками насекомых, живущими под корой деревьев — приспособлением к этому служит массивный прочный клюв и особенное устройство лап и хвоста, позволяющих удерживаться на вертикальном стволе дерева.

Другим способом питания можно назвать травоядность — пищей являются растения: их листья, побеги, плоды, семена, корни и т. д.

Особенностью устройства ротового аппарата является преобладание резцов и коренных зубов (для млекопитающих) или роговых пластин, приспособленных для перетирания растительной пищи. Клопы, тли, цикады обладают колющесосущим ротовыми аппаратами — этим обеспечивается питание соками растений. Развиваются дополнительные отделы желудочно-кишечного тракта — слепая кишка, рубец и т. д., формируется симбиоз с бактериями, перерабатывающими клетчатку. Для травоядных млекопитающих характерно относительное развитие периферического зрения. Сравнительно с хищными млекопитающими, у травоядных скелет и мускулатура более грубые и менее координационно развиты, вместе с этим, однако, повышается выносливость.

У некоторых животных развиваются узкоспецифические предпочтения — например, питание листьями и побегами лишь одного вида растения (коала — эвкалипт).

В связи с недостаточным усваиванием белков и других необходимых веществ при таком способе питания у некоторых животных развивается копрофа-

гия — поедание экскрементов (в том числе собственных) — таким образом, при повторной переработке «добираются» необходимые вещества (лемуры, зайцы, термиты).

Встречаются животные, питающиеся лишь грибами — так называемые мицетофаги (например, жуки грибовики).

Для ряда животных характерен такой способ питания, как всеядность — питание пищей как растительного, так и животного происхождения.

Для таких животных характерен наименее специализированный ротовой аппарат. В общем случае имеются черты свойственные и для хищников, и для травоядных. Ко всеядным животным можно отнести медведей, крыс, некоторых приматов, сверчков.

Родственен хищничеству паразитизм — использование в качестве пищи и среды обитания другого организма, неблагоприятно сказывающееся на последнем.

Различают эндопаразитизм (часть или весь жизненный цикл паразит проводит в теле хозяина), эктопаразитизм и сверхпаразитизм (паразитирование на другом паразите). В зависимости от срока связи паразита и хозяина различают вре́менных и постоянных паразитов. Примером временного эктопаразитизма могут служить гематофаги (кровососущие) — летучие мыши, комары, клещи, клопы и др.

Адаптации к паразитизму: высокая плодовитость, органы прикрепления, покровы (плотные — кутикула, тегумент; растяжимые для гематофагов), особенности ротового аппарата (например, колюще-сосущий), антикоагулянтные свойства слюны, органы ориентации, органы проникновения, использование переносчиков, синхронизация с образом жизни хозяина, способность переживать неблагоприятные условия среды (образование цист, устойчивые яйца и капсулы с личинками, инкапсуляция в теле хозяина).

В основном паразитами являются животные, стоящие относительно низко на систематической лестнице: Членистоногие (Паукообразные (клещи), Насекомые (блохи, клопы, Двукрылые (комары, москиты, мошки, слепни), вши), Ракообразные), Круглоротые (миксина).

Падальщики — питание мёртвыми животными.

Птицы падальщиков (грифы) обладают длинными шеями, практически лишёнными оперенья, млекопитающие падальщики обладают узкими мордами. Для них характерно хорошее обоняние. К падальщикам можно отнести крабов.

Сапрофаги — питающиеся мертвыми органическими остатками животных и растений — например, личинки мух (двукрылых).

Копрофаги — питание экскрементами (жуки навозники), содержащими большое количество органических остатков.

Фильтраторы — водные животные, получающие пищу путём фильтрации воды с выделением взвешенных в ней органических частиц — остатков растений и животных — двустворчатые моллюски, усоногие раки. Они ведут малоподвижный (иногда прикреплённый) образ жизни, особенностью их является наличие того или иного фильтрующего аппарата — создающего ток воды и позволяющего выцеживать органические частицы.

Ванигасурия А. Г.

Вопрос 3. *Обычно у растений сочные плоды — ягоды и прочие — служат приманкой для животных, которые эти плоды поедают и тем самым распространяют семена, проходящие через пищеварительный тракт. Но все вы знаете, что некоторые ягоды нельзя есть, так как ими можно отравиться. Зачем растениям это может быть нужно?*

Самый простой вариант ответа на этот вопрос заключается в том, что ядовитость ягод для человека вовсе не означает, что они ядовиты для всех животных вообще. Довольно часто ягоды, которыми может отравиться человек, вполне могут поедать птицы или кто-то другой — вероятно, растение в таком случае «рассчитывает» именно на этих распространителей.

Другой распространённый случай: плоды ряда видов ядовиты только (или особенно) в незрелом состоянии. В этом случае растение скорее всего «заботится» о том, чтобы распространялись зрелые семена.

Возможна также ситуация, когда в плоде ядовиты только некоторые части (например, семена), а другие вполне съедобны. Таким образом растения могут защищаться от любителей поедать семена, привлекая тех, кто поедает только околоплодник, не повреждая семян.

Могут существовать также растения, которые в настоящий момент не распространяют плоды с помощью животных (зоохорно), однако их предки использовали этот способ. Потомки же оказались в условиях, исключающих зоохорию (например, другие плодоядные животные, другой регион и т. д.) и перешли на иной тип распространения семян. Тип плода — признак очень консервативный в эволюционном отношении, а типы и концентрация ядов — наоборот. Поэтому растениям проще сделать ядовитыми плоды старого типа, чем переделывать их целиком. Например, плоды одного и того же вида в одной части ареала могут быть съедобными и использоваться в сельском хозяйстве, а в другой — быть сильно ядовитыми.

Нужно отметить также, что не обязательно все растения с яркими плодами используют животных в качестве распространителей. Яркий цвет плодов может обусловливаться какими-то другими причинами. Например, в плодах могут концентрироваться окрашенные отходы (вместо листьев листопадных деревьев).

Некоторые школьники выдвигали версии, которые в природе не реализуются, но тем не менее не лишены определённого смысла. Самая распространённая идея из таких — «травят насмерть и растут из трупа». Якобы растение убивает несчастное животное и, когда то падёт, прорастает из трупа, питаясь им. Правда представить себе растение, которое успеет воспользоваться питательными веществами из убитого животного раньше, чем его съедят более расторопные трупоеды (животные, бактерии, грибы), довольно сложно — поэтому, несмотря на популярность этой идеи у школьников, оценивалась она очень невысоко.

Другая версия — «не травит до смерти, но опьяняет» — и животное начинает беспорядочно бегать (вариант — «вызывает понос»). В результате семена распространяются на большее расстояние или (в случае с поносом) они выходят быстрее и не повреждаются в кишечнике. В природе, по-видимому, этот вариант не реализован, но очень похожим образом действуют некоторые гельминты на некоторых рыб, поэтому подобные ответы можно считать небессмысленными.

В целом при проверке работ оценивались любые разумные идеи — даже не очень правдоподобные. Хотя, конечно, разумные и правдоподобные оценивались выше.

Вопрос 4. *Некто купил участок земли. Ему ужасно интересно, какие животные и растения жили на этом участке прежде. Предложите любознательному землевладельцу несколько способов, которые помогут ему удовлетворить своё любопытство.*

Для того, чтобы ответить на вопрос, какие животные и растения жили раньше на каком-то участке, стоит сперва понять, какой именно промежуток времени интересует нашего землевладельца. От этого существенно зависит способ поиска ответа на основной вопрос.

Если землевладельца интересует, что было на месте его участка в прошлом году или в течение последних десяти лет, он может ориентироваться на те растения, которые сохранились на участке. Например, если на месте участка был лес, который недавно свели, расчистив землю под участок, вероятнее всего на участке сохранились типично лесные растения, по которым можно определить не только сам факт наличия леса, но и тип его (березняк, сосняк, смешанный лес и т. п.).

Если же участок разбит на месте осушенного болота, состав растений на нём будет совершенно иной. Если же земля в этом месте была окультурена достаточно давно, на участке скорее всего будут найдены в основном сорняки и культурные растения или их одичавшие потомки. По типу растительного сообщества можно примерно определить и какие животные в нем могли обитать. Возможно, удастся найти и какие-то остатки этих животных (кости, перья и т. п.) или следы их жизнедеятельности (погрызы, подолбы, норы и др.). Когда речь идёт о недавнем прошлом, довольно эффективным методом получения информации может стать опрос местных жителей, а также работа с документами. Можно попытаться найти в архивах землеустроительные карты разных лет, на которых показано, кому принадлежала земля и что на ней находилось.

Поиск документов в архивах и работа с ними могут оказаться очень полезными и при изучении более давнего прошлого участка — последних десятков и сотен лет (иногда можно найти документальные свидетельства и более ранней истории данной местности). Может оказаться, что при рытье погреба, прокладке траншеи или других земляных работах будут вскрыты более-менее глубокие слои почвы, и в них могут оказаться кости животных, живших когда-то на этом месте. Правда, землевладельцу будет нелегко понять, когда именно эти животные обитали в данной местности — ведь можно найти как останки животных, умерших совсем недавно, так и кости доисторических существ. Чтобы разобраться с этим, нашему землевладельцу придётся прибегнуть к помощи специалистов. Для оценки того, какие растительные сообщества существовали на месте участка, можно попытаться взять пробы почвы и провести (тоже с помощью специалистов) спорово-пыльцевой анализ. Пыльца и споры растений очень устойчивы и могут долго сохраняться в земле, а их форма так же видоспецифична, как строение листьев, стеблей, цветов.

Поэтому по составу пыльцы, найденной в почве на определенной глубине, можно судить о составе давно исчезнувших растительных сообществ. Правда, к сожалению, этот метод имеет определённые ограничения и не на любом участке даст достаточно полную информацию.

Если же землевладельца интересует совсем древняя история данного места, ему придётся заняться палеонтологией и попробовать найти на своём участке окаменелые остатки животных или растений. Имеет смысл разузнать о геологической истории этой местности и прикинуть, какие геологические пласты могут оказаться на поверхности. Некоторых любознательных землевладельцев ждёт интересное открытие — давным-давно на месте их участка было море. Об этом будут свидетельствовать окаменелые остатки морских животных, например кораллов или головоногих моллюсков. Чтобы понять, к какому времени относятся найденные окаменелости, нашему землевладельцу придётся разобраться, в каком периоде жили соответствующие организмы. Это можно сделать либо по книгам, либо по экспозиции в краеведческом музее, либо, опять-таки, прибегнув к помощи специалистов. В любом случае любознательный землевладелец узнает много нового и интересно проведет время.

Вопрос 5. *Известны группы животных (среди них, например, плоские черви), которые не имеют кровеносной системы. Как вы думаете, как они без неё обходятся?*

Любая животная клетка, будучи открытой системой, нуждается в обмене веществом с окружающей средой. Она поглощает из среды питательные и минеральные вещества, различные газы и выделяет продукты обмена. С этой точки зрения никаких проблем не встаёт перед одноклеточными животными (инфузории, амёбы и др.) Однако как же быть с многоклеточными, ведь у них часть клеток непосредственно контактирует с наружной средой, а часть, погруженная вглубь, такой возможности лишена? До таких удалённых клеток и от них транспорт веществ осуществляется с помощью транспортных систем, например, кровеносной системы. Однако существуют животные, у которых кровеносной системы нет и её функции осуществляются другими способами.

1. Диффузия. Вещества, находящиеся в растворах, могут перемещаться на некоторые расстояния. Диффузия всегда играет важную роль в обмене клеток непосредственно с внешней средой либо с жидкостью транспортной системы. Животные, не имеющие специальной транспортной системы, осуществляют распределение веществ между клетками исключительно с помощью диффузии. Однако время диффузии зависит от расстояния, поэтому эффективна она только на расстоянии не больше нескольких миллиметров, а значит животные, распределяющие вещества таким способом, должны быть небольшими. Таковы, например, *Trichoplax* (тип *Placozoa*) — плоское многоклеточное животное размером несколько миллиметров, похожее на гигантскую амёбу, мелкие губки (*Spongia*) и кишечнополостные (*Coelenterata*), например, гидра. Кстати, некоторые губки интересно решают проблему транспорта продуктов обмена. Амёбоциты (клетки, выполняющие разнообразные функции в теле губки) ползают по телу и набирают продукты обмена. «Нагруженные», они выползают наружу.

2. Выросты каналов пищеварительной, дыхательной и др. систем. Для животных более или менее крупных размеров дело не ограничивается простой диффузией. При отсутствии специальной транспортной системы, вещества доставляются к определённым участкам тела с помощью выростов каналов соответствующих систем. Так, колониальные гидроидные полипы (подкласс *Hydroidea*) — живущие в морях родственники пресноводной гидры — имеют вид кустиков, на концах веточек которых сидят отдельные полипы, похожие на гидру. Такая колония имеет общую гастральную полость, так что питательные вещества, полученные разными особями, могут распределяться по всей колонии. Похожие животные — сифонофоры (подкласс *Siphonophora*) — так же живут в морях и плавают в толще воды. У них питающимися являются лишь некоторые особи (гастрозоиды), и питательные вещества распределяются по всей колонии с помощью общей гастральной полости. Другие представители кишечнополостных — сцифоидные медузы (класс *Scyphozoa*) — также не имеют кровеносной системы. Однако от желудка могут отходить радиальные выросты, которые у некоторых представителей сильно ветвятся. Эти каналы доставляют питательные вещества к разным участкам тела. У плоских червей (тип *Plathelminthes*) диффузия играет большую роль в распределении веществ, но её одной недостаточно. Кишечник плоских червей замкнут и у крупных представителей сильно разветвлён, что помогает доставлять питательные вещества к разным участкам тела. Разветвлены у них так же и каналы выделительной системы. У лентецов (класс *Cestoda*) пищеварительная система отсутствует вовсе, и вещества распределяются исключительно за счёт диффузии. Дыхание у всех вышерассмотренных представителей осуществляется через покровы, и они не нуждаются в дополнительных системах транспорта кислорода. А лентецы, в связи с особенностями их жизни, в кислороде не нуждаются вовсе и дышат анаэробно. У насекомых кровеносная система лишается функции переноса газов, так как здесь эту функцию полностью осуществляет трахейная система. Это система разветвлённых трубочек, доставляющих кислород ко всем участкам тела.

3. Функцию кровеносной системы выполняет полость тела. Первичная полость тела представляет собой пространство между органами животного, заполненное жидкостью. У круглых червей (тип *Nemathelmintes*) кровеносная и дыхательная системы отсутствуют. Однако в большинстве случаев имеется хорошо развитая первичная полость тела, к которой переходят все функции кровеносной системы. Здесь транспортируются питательные вещества, и находятся продукты обмена, которые удаляются с помощью специальных выделительных желез. Интересно, что эмбриологически кровеносная система представляет собой остатки первичной полости тела, поэтому сходство их функций неудивительно. У кольчатых червей (тип *Annelida*) кровеносная система, как правило, присутствует. Полость тела у них является вторичной (целом). И у некоторых представителей кровеносная система редуцируется и её функции принимает на себя целом (например, у *Gliceridae* из класса *Polychaeta*). У разных отрядов пиявок (класс *Hirudinea*) наблюдается разная степень замещения кровеносной системы целомом. Так у отряда *Acanthobdellida* есть нормальная вторичная полость тела (целом) и в ней находятся кровеносные сосуды. А уже у отряда *Gnathobdellida* (челюстные пиявки) кровеносные сосуды полностью редуцируются, и целом рас-

падается на отдельные лакуны, причём некоторые из этих лакун способны пульсировать наподобие сердца. Таким образом, происходит полное функциональное замещение кровеносной системы целомом.

Как видно, существует немало групп животных, лишённых настоящей кровеносной системы. В таком случае, её функции либо переходят к другим системам (полости тела, пищеварительной системе и т. д.), либо транспорт осуществляется целиком за счёт диффузии.

Довгоброд И. Г.

Вопрос 6. *Хозяйка обнаружила на кафеле неприятный налёт. Соседка сказала, что скорее всего это грибы. Могут ли это быть грибы? А другие организмы? Предложите способы, с помощью которых можно было бы выяснить природу этого налёта.*

Налёт на кафеле могут образовывать грибы, а могут и другие организмы. Наиболее вероятные кандидаты — бактерии и водоросли. Вполне возможно, что налёт будет состоять из сообщества нескольких видов организмов (хотя вряд ли их будет много).

Чтобы разобраться, кто это может быть, для начала стоит обратить внимание на цвет налёта. Если он имеет зелёный оттенок, можно предположить, что на кафеле живут фотосинтезирующие организмы. Для этого кафель должен находиться на освещённом месте. Такими организмами могут являться как сине-зелёные водоросли (прокариотические, безъядерные организмы), так и зелёные водоросли (эукариоты, их клетки имеют ядро). Если кафель находится внутри дома, появление каких-то других фотосинтетиков маловероятно. Если это кафель на садовой дорожке или на наружной стене дома, то список кандидатов расширяется. Например, это могут быть лишайники. А уж если это кафель на дне садового бассейна, то тут могут появляться и другие водоросли. Правда хозяйка вряд ли станет слишком переживать по поводу налёта на дорожке, поэтому логично обсуждать организмы, обитающие на кафеле в городской квартире.

Если налёт не имеет зелёного оттенка, и особенно если он растёт в тёмном помещении, можно предположить, что входящие в него организмы питаются гетеротрофно, то есть потребляют готовые органические вещества. Тогда это, вероятно, бактерии или грибы.

Для более подробного анализа нужно соскрести налёт (кстати, стоит поскрести и в том месте, где налёта нет. Это пригодится в качестве контроля). Ещё лучше взять несколько проб похожего налёта в разных местах. Тех организмов, что оказались в налёте, можно попробовать разглядеть в световой микроскоп.

Многим школьникам кажется, что посмотреть в микроскоп достаточно, чтобы сразу стало понятно, кто перед нами. К сожалению, все не так просто. Даже увидеть, есть ли в клетках ядро, часто бывает проблемой. Особенно если речь идет о зелёных организмах — в них ядро обычно замаскировано хлоропластами (у водорослей вместо них хроматофоры) и совершенно не видно. Поэтому отличить, имеем мы дело с прокариотами (бактериями и сине-зелёными водорослями) или с эукариотами (водорослями или грибами) может оказаться непросто.

Сине-зелёных можно отличить от зелёных водорослей по более тёмной, синеватой окраске. У нитчатых сине-зелёных в состав нити часто включены особые клетки — гетероцисты — которые отличаются от основных клеток нити округлой формой и крупным размером. Часто нить сине-зелёных одета слизистым чехлом.

Вообще же клетки прокариот обычно значительно мельче клеток эукариот. При обычном увеличении светового микроскопа 10×40 (в 400 раз) клетки большинства бактерий видны как очень мелкие точки и чёрточки, а клетки эукариот видны хорошо.

Гифы грибов будут видны как длинные нити. Если вам попались низшие грибы (вроде плесени), то иногда можно увидеть органы спороношения — торчащие из нитей «головки», «кисточки» и т. п. Кстати, споры часто можно заметить и невооружённым глазом как специфическую «пыль» на поверхности налёта.

Можно попробовать посадить содержимое налёта на питательную среду и сравнить результаты роста с тем, что вырастет из соскоба там, где налёта не было. В настоящее время разработана целая система отбора организмов на питательных средах разного состава. Таким образом можно получить культуры бактерий или примитивных грибов. Организмов из таких культур можно значительно надёжнее определить как по внешнему виду отдельных клеток и колоний, так и после окраски специальными красителями. Однако эти, как и другие современные методы, вряд ли доступны простой хозяйке, не имеющей доступа в научные лаборатории.

Вопрос 7. *В глубинах океана живут удивительные червеобразные животные — рифтии. Жить они могут только возле бьющих из дна горячих источников, вода которых обогащена сероводородом. У рифтий нет кишечника, а органические вещества они получают от симбионтов — хемосинтезирующих бактерий, которые получают органические вещества из неорганических за счёт энергии химических реакций (а не за счёт энергии солнечного света, как зелёные растения). Бактерии живут внутри рифтий, в специальном органе, называемом трофосомой. И тут возникает проблема: для хемосинтеза бактериям нужен сероводород, но для дышащих кислородом животных (к которым относятся и рифтии, они дышат с помощью пронизанных кровеносными сосудами щупалец-жабр) сероводород, проникший в тело — яд. Предложите возможный механизм, позволяющей рифтии поддерживать жизнедеятельность бактерий-симбионтов и не отравиться самой.*

Все рифтии живут в плотных трубках, которые создаются самими животными из белков и хитина. Трубки создаются железами, находящимися на своеобразном «воротничке», расположенном на переднем конце животного, сразу под щупальцами. И этот же «воротничок», как пробка, закрывает вход в трубку. Эти трубки, вместе с прочными коллагеновыми покровами тела рифтии, содержащими ферменты, способные очень быстро окислять сульфиды, не дают растворённому сероводороду (точнее, его аниону HS^-) проникать в тело рифтии где попало. Разумеется, они препятствуют и проникновению кислорода. И весь газообмен животного идёт только через выставленные из трубок щупальца. Щупальца богато снабжаются кровью — настолько, что у живых рифтий они имеют ярко-красный цвет.

Рис. 1. Один из самых крупных видов — *Riftia pachyptila* (длина — около 1 метра). Рисунок скопирован из книги: Малахов В. В., Галкин С. В., 1998. Вестиментиферы — бескишечные беспозвоночные морских глубин. М.: КМК Scientific Press Ltd., 206 стр.

Гемоглобин вестиментифер отличается от гемоглобина большинства животных (например, позвоночных) и, помимо высокого сродства к кислороду, обладает способностью обратимо связывать HS^-. При этом кислород, как и у всех животных, связывается с гемом, а сульфиды — с другими частями молекулы, в результате чего их соединение с гемоглобином не мешает последнему переносить кислород. При этом связь HS^- с гемоглобином достаточно прочна, чтобы «не отдать» его обычному дыхательному ферменту цитохром-*c*-оксидазе (соединение HS^- с этим ферментом и приводит к отравлениям сероводородом дышащих кислородом организмов). В таком надёжно связанном виде опасное вещество путешествует по кровеносной системе рифтий и попадает в трофосому, снабжённую великолепно развитой капиллярной сетью, где и передаётся непосредственно симбионтам. Другие компоненты крови рифтий доставляют туда CO_2, также необходимый для процессов хемосинтеза.

Остаётся проблема высокой концентрации сульфидов в самой трофосоме. Для рифтий (и ещё для некоторых обитающих в гидротермах моллюсков, так же имеющих бактерий-симбионтов) показано присутствие в тканях, служащих домом для симбионтов, необычных содержащих серу аминокислот (речь идёт о таурине и его аналогах), которые могут служить ловушкой для избыточных сульфидов.

Виноградов Г. М.

Правильный ответ на этот вопрос участникам турнира практически наверняка не был известен, поэтому положительно оценивалась любая разумная гипотеза, не противоречащая законам природы. Отвечающие высказали довольно много интересных, на наш взгляд, предположений. Ниже мы привели наиболее удачные варианты.

1. Рифтии необходима некая система органов, состоящая из каналов, стенки которых непроницаемы для сероводорода. Эта система должна быть изолирована от других систем рифтии. Каналы должны вести в оплетённую кровеносными сосудами трофосому, куда поступает сероводород. Бактерии синтезируют из него органические вещества, всасывающиеся в кровь и разносящиеся по всему организму рифтии.

Но ведь из наполненной сероводородом трофосомы ядовитое вещество будет диффундировать в кровь (в область с меньшей его концентрацией), поэтому сразу за трофосомой должен располагаться фильтрующий орган, очищающий кровь от сероводорода.

Вход в каналы должен располагаться на одном, а жабры-щупальца — на другом конце тела. В этом случае можно совместить процесс дыхания и поглощения сероводорода. А возможно, эти процессы разделены во времени. Сначала вдали от источника сероводорода рифтии дышат растворённым в воде кислородом, а затем подплывают к источнику, закрывают жабры и поглощают воду с сероводородом.

2. Возможно, бактерии находятся снаружи, на теле рифтии. Они поглощают сероводород и по специальным каналам проходят в трофосому. Или каждый раз рифтии поглощают трофосомой новых бактерий, уже содержащих сероводород. Таким образом, организм рифтии не контактирует с ядовитым сероводородом.

3. Рифтии «выплёвывают» трофосому в источник сероводорода. Стенка орга-

на впускает газ (возможно, вместе с водой) внутрь, но не пропускает обратно. Затем трофосома затягивается обратно в организм рифтии.

4. В щупальцах-жабрах у рифтии могут находиться фильтры, задерживающие сероводород. От жабр к трофосоме идёт канал, по которому в неё поступает задержанный сероводород.

5. Трофосома может располагаться перед жабрами. Вода с сероводородом и кислородом сначала поступает в трофосому, где очищается бактериями от сероводорода, а затем уже в жабры, где всасывается кислород.

6. Возможно, в крови рифтии содержится некое вещество (белок), которое, соединяясь с сероводородом, преобразует его в безопасное соединение и переносит в трофосому, где сероводород высвобождается.

7. Сероводород и кислород вместе с водой поступают в жабры рифтии, где газы всасываются в кровь. Сосуды с кровью, снабжённой сероводородом и кислородом, из жабр сразу идут в трофосому. Здесь сероводород поглощается бактериями, а кровь, очищенная от ядовитого вещества, разносит кислород дальше ко всем органам и тканям.

Вопрос 8. *Предположим, вы сидите на самоходном кресле на колёсиках, которое может ехать прямо вперёд, а может поворачивать. Договоримся, что глаза у вас закрыты и вы не подсматриваете. Будете ли вы знать, в какой момент и в какую сторону поворачивает кресло? Если да, то благодаря чему (каким образом)? Если нет, то почему?*

Узнать о изменении скорости и направлении движения позволяет сила инерции: тело стремится сохранить прежнее направление движения, и при повороте его пускай чуть-чуть, но «заносит». Информация об изменении положения тела, даже самом слабом, поступает в мозг по двум независимым каналам:

1. Для восприятия любых изменений положения тела существуют вестибулярные рецепторы — волосковые клетки, находящиеся в мешочках и полукружных каналах внутреннего уха, заполненных студенистой жидкостью. При любом движении головы или туловища жидкость смещается, давит на волоски и рецепторы возбуждаются.

2. При изменении положения тела происходит механическое растяжение некоторых мышц. Но ведь они не получали «приказа» растягиваться, и поэтому включается рефлекторный механизм, компенсирующий подобное растяжение. Почти в каждой мышце находятся мышечные веретена, а в сухожилиях — сухожильные органы (рецепторы растяжения). Мышечные веретена — это группа мышечных волокон, которые тоньше и короче обычных. Они иннервируются чувствительными нервными волокнами и регистрируют длину мышцы. Сухожильные органы регистрируют её напряжение. Растяжение мышцы приводит к её рефлекторному сокращению. Наиболее известный рефлекс растяжения — коленный, возникающий в ответ на кратковременное растяжение четырёхглавой мышцы бедра лёгким ударом по её сухожилию ниже коленной чашечки. При изменениях скорости и направления движения поза сохраняется автоматически, но у высших животных информация о изменении сокращения мышц передаётся и в головной мозг.

Мозг анализирует информацию, поступающую от вестибулярного аппарата и рецепторов мышечного растяжения, и в нём возникает картина изменения положения тела в пространстве, соответствующая поворотам кресла. Отметим, что аналогично может поступить информация об резком ускорении либо торможении кресла при его прямолинейном движении. *Виноградова Т. Н.*

Критерии проверки и награждения

Ответ на каждый вопрос оценивался в баллах. За правильный ответ обычно ставился 1 балл, за частично правильный — оценка в интервале от 0 до 1, в некоторых случаях ставились оценки и больше 1 балла.

Все полученные участником на конкурсе по биологии баллы суммировались.

Грамоты «за успешное выступление на конкурсе по биологии» и баллы многоборья присуждались в соответствии с суммой баллов эа ответы на вопросы следующим образом:

Класс	балл многоборья (e)	грамота (v)
$\leqslant 5$	1	2
6	1,5	2
7	2	3
8	3	4
$\geqslant 9$	4	5

КОНКУРС ПО ЛИНГВИСТИКЕ

Задачи

Задачи по лингвистике составлены специально для этого конкурса в Институте лингвистики Российского государственного гуманитарного университета.

1. Даны пары слов:

1) *стал — сдал*,
2) *забыл — забил*,
3) *завод — зовёт*,
4) *лесть — лезть*,
5) *грусть — груздь*,
6) *плед — плеть*,
7) *мел — мель*,
8) *плач — плачь*.

В каких парах произношение слов различается лишь одним звуком? Поясните ваш ответ.

2. Даны слова на языке сумо* и их переводы на русский язык в перепутанном порядке:

suulu, suukilu, suumanalu, mismatu, miskatu, onkinayan, onkayan, onyan;

лук, твоя кошка, моя собака, наш лук, его кошка, собака, его лук, ваша собака.

А. Установите правильные переводы.
Б. Переведите на язык сумо: *кошка, моя кошка, твой лук, их лук*.
В. Переведите на русский язык: suumalu, miskanatu.
Поясните ваше решение.

*Язык сумо (ульва) относится к мисумальпской семье языков. На нём говорят в Никарагуа.

3. Даны две группы слов:

1) *ученик, злой, ползти*;

2) *ребёнок, плохой, идти*.

Известно, что слова второй группы (в отличие от слов первой группы) обладают некоторой особенностью в образовании форм, общей для всех слов группы.

А. Объясните, в чём состоит эта особенность.
Б. Распределите по данным двум группам следующие слова:
человек, малыш, мальчик, страшный, хороший, маленький, большой.
В. Приведите примеры слов второй группы из известных вам языков.

4. Даны санскритские** глаголы в формах третьего лица настоящего времени и третьего лица перфекта, а также их переводы на русский язык. Некоторые формы пропущены.

	Настоящее время	**Перфект**	**Перевод**
1)	kampate	?	‘дрожать’
2)	karṣate	cakarṣe	‘пахать’
3)	khanati	?	‘копать’
4)	khādati	cakhāda	‘есть’
5)	garjati	jagarja	‘рычать’
6)	gāhate	jagāhe	‘погружаться’
7)	ghaṭate	?	‘соединять’
8)	carati	cacāra	‘бродить’
9)	tarjati	?	‘наблюдать’
10)	dahati	dadāha	‘сжигать’
11)	dhanvate	dadhanve	‘течь’
12)	dhāvati	dadhāva	‘бежать’
13)	patati	papāta	‘летать’
14)	bhajati	?	‘служить’
15)	bhāṣate	babhāṣe	‘говорить’
16)	varṣati	vavarṣa	‘посылать дождь’
17)	svadate	sasvade	‘лакомиться’

Восстановите пропущенные формы. Поясните ваше решение.

Примечание. Буквами **kh**, **gh**, **dh**, **bh** обозначаются особые придыхательные звуки санскрита; буква **c** произносится примерно как русское *ч*, буква **j** — примерно как звонкое *ч* (как в словосочетании *дочь бы*); **ṣ**, **ṭ**, **h** — особые звуки

санскрита; **ā** произносится как долгое **а**. Перфект — особая санскритская форма прошедшего времени, примерно соответствующая русскому прошедшему времени совершенного вида.

**Санскрит — один из основных древнеиндийских языков индоевропейской языковой семьи. Распространён в Северной Индии с 1 тысячелетия до н. э. В настоящее время используется в индийском регионе как язык гуманитарных наук и культа, в узком кругу — как разговорный язык. Название *санскрит* обозначает «составленный», «сложенный» (язык, доведённый до формального совершенства).

В условии этой задачи, предлагавшемся участникам турнира, не было строки 17), что приводило к неоднозначности решения — см. комментарий на странице 917.

Решения задач конкурса по лингвистике

1. (автор Е. В. Муравенко)

Произношение слов различается лишь одним звуком в следующих парах:
3) *завод* [заво́т] — *зовёт* [зав’о́т] ([в]/[в’]);
6) *плед* [пл’эт] — *плеть* [пл’эт’] ([т]/[т’]);
7) *мел* [м’эл] — *мель* [м’эл’] ([л]/[л’]).

В парах 1 и 2 слова различаются двумя звуками:
1) *стал* [**ст**ал] — *сдал* [**зд**ал];
2) *забыл* [за**бы**л] — *забил* [за**б’и**л].

В парах 4, 5 и 8 произношение слов одинаково:
4) [л’эс’т’],
5) [грус’т’],
8) [плач’].

2. (автор П. М. Аркадьев)

А. Обратим внимание на то, что имеются три набора похожих слов языка сумо:
(1) suulu, suukilu, suumanalu;
(2) mismatu, miskatu;
(3) onyan, onkayan, onkinayan.

Можно представить их в следующей таблице:

suulu	suukilu				suumanalu
		miskatu	mismatu		
onyan		onkayan		onkinayan	

Видно, что suulu и onyan — непроизводные слова, скорее всего, соответствующие русским переводам *лук* и *собака* (пока непонятно, какое слово соответствует какому), а прочие слова языка сумо получаются вставлением морфем (в лингвистике называемых *инфиксами*) перед последним слогом слова: *suu-mana-lu*, *on-ka-yan*, *mis-ma-tu*. Кроме того, можно заметить, что таких морфем два типа: односложные *-ki-*, *-ka-* и *-ma-* и двусложные *-kina-* и *-mana-*.

Теперь займёмся русскими переводами. Их также можно поместить в таблицу:

	(без опред.)	мой	твой	его	наш	ваш
лук	+			+	+	
кошка			+	+		
собака	+	+				+

Сопоставляя таблицы для языка сумо и для русских переводов, можно понять, что словам *mismatu* и *miskatu* соответствуют переводы ‘моя кошка’ и ‘твоя кошка’ (пока в неизвестном порядке), так как и слово *кошка*, и основа *mistu* встречаются по два раза, в то время как остальные слова встречаются по три раза. Далее, легко понять, что *mismatu* — ‘твоя кошка’, так как значение ‘твой’ и морфема *-ma-* встречаются оба по одному разу. В таком случае, *miskatu* — ‘его кошка’, а *onkayan* — ‘его лук’, из чего можно сделать вывод, что *onyan* — ‘лук’, *onkinayan* — ‘наш лук’, а *suulu* — ‘собака’. Осталось перевести слова *suukilu* и *suumanalu*. Снова обратимся к таблице:

	мой	твой	его	наш	ваш
-ki-					
-ma-		+			
-ka-			+		
-kina-				+	
-mana-					

Можно предположить, что *-kina-* и *-mana-* — не отдельные морфемы, а комбинации морфем: *-ki-* + *-na-* и *-ma-* + *-na-*. Так как односложные морфемы встречаются в словах, обозначающих ‘нечто, принадлежащее кому-то в единственном числе’, а единственное переведённое слово с морфемой *-na-* обозначает ‘нечто, принадлежащее кому-то во множественном числе’, разумно предположить, что *-na-* обозначает множественное число обладателя. В таком случае *-ki-* обозначает ‘мой’, а *-mana-* — ‘ваш’, тем самым, *suukilu* — ‘моя собака’, а *suumanalu* — ‘ваша собака’. Задание А выполнено. [Заметим, что если решить «с потолка», что *-ki-* — ‘ваш’, *-mana-* — ‘мой’, невозможно выполнить задания Б и В; также форма *onkanayan* в задании Б может служить недостающим звеном, подсказывающим правильный ход решения.]

Б. кошка — *mistu*, моя кошка — *miskitu*, твой лук — *onmayan*, их лук — *onkanayan*.

В. *suumalu* — твоя собака, *miskanatu* — их кошка.
Значение ‘их’ выражается с помощью морфем *-ka-* (‘его’) и *-na-* (множественное число).

3. (автор Е. В. Муравенко)

А. Формы слов в первой группе образуются добавлением формообразующих морфем: окончаний (*ученик***-а**, *ученик***-ами**, *зл***-ая**, *зл***-ого**, *полз***-у**, *полз***-ёшь**) и формообразующих суффиксов (*зл***-ее**, *зл***-ейш-***ий*, *полз***-л-***а*). Это обычный случай.

Формы слов во второй группе образуются нестандартно — от другой основы: ребёнок — дети, плохой — хуже, идти — шёл. Такие формы называются супплетивными.

Б. Ответ:
1) малыш, мальчик, страшный, большой;
2) человек (люди), хороший (лучше), маленький (меньше).

В. Примеры из русского языка: *я (меня)*, *мы (нас)*, *он (его)*, *быть (есть)*; примеры из английского языка: good ‘хороший’ (better ‘лучше’), bad ‘плохой’ (worse ‘хуже’), I ‘я’ (me ‘меня’), be ‘быть’ (is ‘есть’, was ‘был’), go ‘идти, идёт’ (went ‘шёл’); примеры из немецкого языка: gut ‘хороший’ (besser ‘лучше’); примеры из французского языка: bon ‘хороший’ (meilleur ‘лучше’), je ‘я’ (moi ‘меня’).

4. (автор П. М. Аркадьев)

Сравнивая формы настоящего времени и перфекта, можно заметить, что перфект образуется от формы настоящего времени с помощью нескольких операций. Одна из этих операций применяется ко всем без исключения глаголам: повторение (редупликация), причём иногда с некоторыми изменениями первого слога основы. Изменения следующие: *k*, *kh* всегда дают *c*; *g* (и, видимо, *gh*) — *j*; *dh* и *bh* — соответственно *d* и *b* (т. е. при редупликации теряется придыхание); кроме того, гласная в первом слоге перфекта — всегда *a*, независимо от долготы или краткости гласной в основе настоящего времени. Непридыхательные согласные *c*, *d*, *p*, *v*, *s* (и, очевидно, *t*) при удвоении не меняются.

Помимо этого, все глаголы можно разделить на следующие группы по способу образования перфекта:

(1) глаголы, форма настоящего времени которых оканчивается на *-ate*, в перфекте присоединяют окончание *-e*, а их корень не претерпевает никаких изменений;

(2) глаголы, форма настоящего времени которых оканчивается на *-ati*, в перфекте отбрасывают *-ti*. Кроме того, данная группа делится на две подгруппы:
(а) глаголы *khādati*, *garjati*, *varsati*, у которых не происходит никаких изменений в гласной корня, и
(б) глаголы *carati*, *dahati*, *patati*, у которых в перфекте удлиняется корневая гласная.

Легко заметить, что глаголы группы (б), в отличие от глаголов группы (а), имеют после корневой гласной только одну согласную (а у глагола *khādati*, который по последнему признаку относится к группе (б), гласная корня и так долгая).

Теперь легко заполнить пропуски:
1) *cakampe* (глагол на *-ate*),
3) *cakhāna* (глагол на *-ati* с одной согласной),
7) *jaghate* (глагол на *-ate*),
9) *tatarja* (глагол на *-ati* с двумя согласными),
14) *babhāja* (глагол на *-ati* с одной согласной).

В исходном варианте задачи, предлагавшемся на Турнире, отсутствовал последний глагол *svadate* ‘лакомиться’, так что все глаголы на *-ate*, для которых в условии были указаны соответствующие перфектные формы, имели либо долгую гласную в корне, либо после корневой гласной две согласных. Из-за отсутствия глагола с краткой корневой гласной, после которой идёт одна согласная,

можно было подумать, что глаголы на *-ate*, подобно глаголам на *-ati*, тоже делятся на две подгруппы. При таком подходе третий пропуск мог быть заполнен так: *jaghāte*. Эта форма, отсутствующая в санскрите, но не противоречащая логике рассуждений, засчитывалась школьникам как правильная. Добавленный в отредактированный вариант задачи глагол ‘лакомиться’ избавляет нас от побочного ответа.

Критерии проверки и награждения

Каждая задача оценивалась в баллах; баллы, полученные участником за все задачи на конкурсе по лингвистике, суммировались.

Баллы за решения задач выставлялись по следующим критериям.

Задача № 1. За каждую правильно названную пару — 1 балл, за объяснение к каждой паре — ещё 1 балл. Максимальное количество баллов — 6. За каждую неправильно названную пару 1 балл снимается. Если получилась отрицательная оценка — ставится 0 баллов.

Задача № 2. За правильное полное выполнение каждого задания — по 2 балла. За пояснения к ответу — 2 балла. За неполностью выполненные задания и неполное пояснения — по 1 баллу. Максимальное количество баллов — 8.

Задача № 3. За правильное выполнение каждого задания — по 3 балла. Максимальное количество баллов — 9. Задание В: за 1–2 примера — 1 балл, за 3–4 примера — 2 балла, за 5 и более примеров — 3 балла, причём за любое количество примеров на русский язык — не более 1 балла.

Задача № 4. Максимальное количество баллов — 12, из них 4 — за замеченное различие основ на один и два согласных (группы (а) и (б)).

Максимальное суммарное количество баллов за все задачи — 35.

Грамоты «за успешное выступление на конкурсе по лингвистике» и баллы многоборья присуждались в соответствии с суммой баллов по задачам, с учётом классов, в которых учатся участники турнира:

Класс	балл многоборья (e)	грамота (v)
$\leqslant 6$	11	20
7	12	21
8	13	22
9	14	23
10	15	24
11	16	25

КОНКУРС ПО ЛИТЕРАТУРЕ

Задания

1. *Филолог В. Николаенко написал шуточные стихи по мотивам известных литературных произведений и назвал их «хокку».*

Только глупый человек
Может спутать столичного франта
С императорским чиновником.

Женщина в вышитом кимоно
Отвергает бравого самурая,
Которого любила когда-то.

Трудно невысокому рюкюсцу
Втащить даже маленькое колечко
По склонам Фудзи!

Боги покарают
Того, кто не сеет рис,
А режет лягушек.

Неверная жена
Бросилась под грохочущую колесницу.
Боги мстят.

Не радуйся, отважный послушник,
в одиночку задушивший тигра!
Смерть подстерегает на всех путях.

Убивший старую женщину
Должен много раз переродиться,
Прежде чем взойдёт на гору Фудзи.

Зря гордится спесивый самурай,
Сидящий на городской стене!
Неизбежны — сперва сон, потом падение.

Сюжеты каких произведений вы узнали? (Укажите названия и авторов.) Что такое «хокку»? Почему приведённые хокку неправильные? Сочините своё хокку на какой-нибудь известный литературный сюжет.

2. *Одна из баллад немецкого поэта 18-го века вошла в историю русской литературы, потому что к ней не раз обращались русские поэты. В 1808 году вышло переложение этой баллады, сразу же ставшее очень популярным. Другой русский поэт вступил в спор и соревнование с первым, в 1816 году выпустив своё вольное переложение этой же баллады.*

Вот как переведено разными авторами одно и то же место немецкого стихотворения — описание нечистой силы, которая послушна главному герою.

Слышу шорох тихих теней:
В час полуночных видений,
В дыме облака, толпой,
Прах оставя гробовой
С поздним месяца восходом,
Лёгким светлым хороводом
В цепь воздушную слились,
Вот за ними понеслись;
Вот поют воздушны лики;
Будто в листьях повилики
Вьётся лёгкий ветерок;
Будто плещет ручеёк.

1808 г.

Казни столп; кругом мерцанье;
Чуть-чуть видно при луне
Адской сволочи скаканье,
Смех и пляски в вышине.
«Кто там? Сволочь! Все за мною,
Вслед бегите все толпою;
Было б там кому плясать,
Как с женой я лягу спать».
Сволочь с песней заунывной
Понеслась за седоком:
Словно вихорь бы порывный
Зашумел в бору сыром.

1816 г.

Сравните эти фрагменты. Обратите внимание на общее впечатление, особенности интонации, лексики, звучания.

Если можете, укажите авторов и названия оригинала и русских переложений.

Вокруг стихотворения 1816 г. разгорелась ожесточённая полемика. Как вы думаете, как отнеслись к нему карамзинисты? Понравилось ли оно А. С. Грибоедову?

3. Вот отрывки одного из стихотворений известного современного поэта Тимура Кибирова.

Забирай, гражданин, и владей,
лиру скорби гражданской бери, не робей,
мне теперь не по чину она!
Я тебе подыграть не сумею на ней,
потому что не волк я по крови своей,
и не пёс я по крови своей.
. . . . . .
И теперь, наконец, я могу выбирать:
можно «Из Пиндемонти» с улыбкой шептать,
можно Делии звучные гимны слагать,
перед Скинией Божьей плясать!
С Цинциннатом в тряпичные куклы играть,
цвет любимых волос и небес описать,
эту клейкую зелень к губам прижимать,
под Ижоры легко подъезжать!

Так что дудки, товарищи! Как бы не так!
В ваши стойла меня не загонишь никак!
Я не ваш, я ушёл. Я не пойман, не вор!
До свиданья, до встречи, дурак!

1988 г.

Представьте себе, что вам необходимо срочно и в отсутствие нужных книг подготовить издание этих отрывков. Напишите к ним примечания

и комментарии, т. е. попробуйте сформулировать основную идею и догадаться, как она связана с временем написания, определить, какие цитаты из произведений русской литературы (укажите, если можете, названия и авторов) здесь встречаются. Подумайте, что ещё нужно пояснить.

Ответы и комментарии к заданиям конкурса по литературе

1. Вот список (в порядке упоминания в задании на стр. 919) произведений, сюжеты которых можно узнать в шуточных стихах.

1. Н. В. Гоголь, «Ревизор».
2. А. С. Пушкин, «Евгений Онегин».
3. Дж. Толкин, «Властелин колец».
4. И. С. Тургенев, «Отцы и дети».
5. Л. Н. Толстой, «Анна Каренина».
6. М. Ю. Лермонтов, «Мцыри».
7. Ф. М. Достоевский, «Преступление и наказание».
8. Старинная английская детская песенка про Шалтая-Болтая (или Л. Кэрролл, «Алиса в Зазеркалье»).

Необходимо сделать несколько оговорок. Мы не считали ошибочными ответы, в которых вместо романа Достоевского называли «Пиковую даму», хотя в повести А. С. Пушкина нет речи о «перерождении» убийцы старой женщины — в финале Германн «сидит в Обуховской больнице в 17-м нумере... и бормочет необыкновенно скоро: „Тройка, семёрка, туз!..“» Можно согласиться и теми, кто счёл «в одиночку убившим тигра» героя поэмы Шота Руставели «Витязь в тигровой шкуре». Правда, Тариэл не был послушником и в конце не погиб, а спас свою возлюбленную и женился на ней, но ведь и герой поэмы Лермонтова убил не тигра, а барса, так что некоторое послабление здесь оправданно. В других случаях пренебрежение к деталям делало ответ очевидно неправильным: Катерина из «Грозы» А. Н. Островского, действительно, «неверная жена», но она бросилась в Волгу, а не под поезд; можно сказать, что в жизни Ильи Ильича Обломова, героя романа И. А. Гончарова, были «сперва сон, потом падение», но невозможно вообразить его «сидящим на городской стене».

Сюжеты известных произведений пересказаны «на японский лад», но этого, конечно, недостаточно, чтобы всерьёз отнести стихотворения к хокку — жанру японской поэзии. Хокку, или хайку, — это нерифмованное трёхстишие (5–7–5 слогов). «Хокку» по-японски — «начальные стихи»: эта форма образована отсечением последних строк от танки — японского пятистишия. Сначала это была преимущественно шуточная, пародийная поэзия («хайку» по-японски — «комические стихи»), потом содержание её стало серьёзным.

«В классическом хайку фиксированное количество слогов — 5–7–5. Именно поэтому приведённые хайку являются неправильными. Кроме того, нарушаются и другие законы. В частности, хайку всегда пейзажны, в них должно быть обращение к природе и намёк на время года» (Е. Лактионов—Мандельштам, 9 кл., шк. 57, Москва). «Хокку представляет собой трёхстишие, имеющее не столько буквальное, сколько символическое значение. У каждого слова есть

множество ассоциаций... Поэтому предельно лаконичный пересказ сути произведения, даже с заменой русских выражений на аналогичные японские, не может называться хокку» (Фёдор Дурнев, 11 кл., Академическая гимназия при Санкт-Петербургском государственном университете).

Заметим, что в русских переводах хокку, даже самых лучших, очень редко соблюдается требуемое количество слогов в строке. Но некоторые участники турнира в своих хокку преодолели (или почти преодолели) эту трудность.

Сёгун у моря
Восьмой год в плену девы.
Чёрных вод мука.
(Гомер, «Одиссея» — Евгений Лактионов—Мандельштам).

Немой самурай
Грустно глядит на воду.
Приказ исполнен.
(И. С. Тургенев, «Муму» — Фёдор Дорофеев, НГШ, Москва).

Жадность и глупость
Убили души невежд.
Страна погибает.
(Н. В. Гоголь, «Мёртвые души» — Ирина Филиппова, 10 кл., шк. 1189, Москва).

Сад из алых роз
Лишь маленькому принцу
Откроет любовь.
(А. де Сент-Экзюпери, «Маленький принц» — Анна Тимофеева, 11 кл., физико-математический лицей № 30, Санкт-Петербург).

2. Оригинал — баллада Готфрида Августа Бюргера «Ленора» (1773); русские переложения — «Людмила» В. А. Жуковского (1808) и «Ольга» П. А. Катенина (1816).

Назвать авторов правильно почти никому из участников конкурса не удалось. Некоторые узнали стиль Жуковского; из немецких поэтов чаще всего в работах фигурировали Гёте и Шиллер. Приведём самый курьёзный ответ: «Думаю, это Байрон, хотя он мог быть англичанином».

А вот сравнить отрывки (более или менее подробно) оказалось по силам многим. Нельзя не почувствовать лёгкую завораживающую мелодию первого отрывка; его звуки — сначала шорох (он буквально слышен благодаря аллитерации в первой строке), потом — пение, подобное дуновению ветерка или плеску ручейка (опять звукопись — повторяющиеся слоги во, ви, ли, ле). Зрительные образы этого отрывка бесплотны или прозрачны (обратим внимание на существительные *тени*, *видения*, *облако*, *дым*, *ветерок*, *ручеёк* и прилагательные *тихий*, *лёгкий*, *воздушный*). «Только слово „гробовой“ выбивается и показывает, что описывается нечистая сила. Без этого указания можно решить, что речь идёт о прелестных дриадах, танцующих в светлых лесах» (Вера Белоусова, 10 кл., 57 шк., г. Москва). «Таинственность возникает благодаря плавной, песенной интонации: весь отрывок представляет собой одно предложение,

конструкция которого создаёт впечатление постепенно накатывающейся волны... Также гармонию и плавность создают анафоры... Во втором фрагменте интонации отрывистые, «несущиеся», что усиливается ещё и прямой речью» (Вера Кастрель, 10 кл., гимназия 1514, Москва). «Эффект грубости, резкости, отрывистости... второй фрагмент более динамичен благодаря назывным предложениям: „Казни столп; кругом мерцанье..“» (Елена Качанова, 10 кл., лицей «Вторая школа», г. Москва). Многие заметили, что во втором отрывке главную роль играют не эпитеты, а глаголы и отглагольные существительные, обозначающие конкретные действия («скаканье, смех и пляски», «бегите», «плясать», «с женой... лягу спать»); на этом фоне очень выразителен фольклорный эпитет «сырой» («в бору сыром»). «Во втором фрагменте баллада переведена на русский лад, нечистая сила изображена так, как её представляли русские люди в средневековье... в связи с этим баллада переведена грубым русским языком» (Фёдор Дурнев, 11 кл.). «Во втором мы видим что-то вроде безумного ведьминского шабаша... нечистая сила громко воет... он напоминает роман ужасов — резкий, страшный и мрачный. Главный герой — кто-то демонический, вроде Дракулы, и приносящий зло. Если у первого отрывка цель — зачаровать, то у второго — напугать» (Екатерина Барышева, 11 кл., Академическая гимназия при Санкт-Петербургском государственном университете).

Н. И. Гнедич[1], сторонник карамзинистов, в своей статье счёл многие строки «Ольги» «оскорбляющими слух, вкус и рассудок» и переадресовал Катенину его же собственные стихи:

Что вы воете не к месту?..
Песнь нескладна и дика.

А. С. Грибоедов назвал Гнедича «непримиримым врагом простоты» и высоко оценил в катенинской балладе «краткость, чрез которую описание делается живее».

Не зная подробностей русской литературной жизни почти двухвековой давности, авторы лучших работ тем не менее, исходя из общих представлений о карамзинистах и языке комедии Грибоедова «Горе от ума», нашли правильный ответ.

«Неудивительно, что вокруг стихотворения 1816 г. разгорелась полемика — оно слишком резко контрастировало с балладой Жуковского. Уверена, что карамзинистам оно не должно было понравиться» (Елена Демиденко, 10 кл., шк. № 1567, г. Москва). «Думаю, что карамзинисты, любители сентиментальности, были оскорблены употреблением слова „сволочь“, да и вообще такой бешеной интерпретацией уже переведённого в 1808 г. стихотворения» (Анна Тимофеева) «А. С. Грибоедов, с присущим ему остроумием и пониманием живого и яркого образного языка, возможно, и оценил это произведение позитивно» (Александр Макаров, 10 кл., шк. № 4, г. Десногорск). «Грибоедов, возможно, оценил бы этот отрывок по достоинству, его стиль как раз отличался остротой, сильными выражениями» (Екатерина Барышева). «Карамзинисты второе, жёст-

[1] Николай Иванович Гнедич (1784–1833) — поэт, переводчик, автор полного перевода «Илиады» (первый перевод на русский язык с сохранением стихотворного размера оригинала, опубликован в 1829 году).

кое переложение должны были принять в штыки. Грибоедов скорее наоборот, т. к. он вместе с Чацким слов не боялся.» (Екатерина Калашникова, 10 кл., шк. № 1189, г. Москва).

3. Стихи Т. Ю. Кибирова, хотя в них отражена совсем недавняя эпоха, оказались труднее всего для понимания. Настрой приведённых отрывков из «Стихов о любви» некоторые авторы сформулировали довольно удачно, хотя и чересчур общо:
«Человек видит перед собой огромные возможности и не хочет больше оставаться в узости прежних взглядов. Стихотворение связано с перестройкой, временем свободы и надежд» (Андрей Максимов, 11 кл., гимназия № 1514, г. Москва);
«Стихотворение написано в период перестройки. Кибиров подразумевает, что теперь не его задача писать о проблемах общества. Теперь у поэта другая роль. Он может выбрать самостоятельно, о чем и как ему писать» (Вера Белоусова);
«Идеи свободы мысли и слова, свободной и полноценной жизни видны в нём. Автор пишет о радости свободного существования... И видимое обращение к античной культуре в его произведении выглядит как создание некоего утопийного мира» (Александр Макаров).

Но почти никто не понял, что «Стихи о любви» — это не ликование поэта, освободившегося от цензуры в результате перестройки, не радость эмигранта, теперь за границей уже не боящегося преследований за свои смелые стихи (так подумали те, кто слишком буквально воспринял слова: «Я не ваш, я ушёл»). В эпоху перестройки, когда для этого уже не нужны ни талант, ни гражданская смелость, поэты охотно заговорили о политике, обсуждая и обличая недавнее прошлое, и именно от них открещивается Кибиров, именно над ними, а не над властями или коммунистическими запретами, как многие решили, насмехается: «Основная идея произведения — неискренность гражданской лирики конца 80-х гг.» (участник конкурса, имя которого мы, к сожалению, не смогли установить); «Лирический герой стихотворения отказывается от роли поэта как просветителя общества, гражданина прежде всего... прощается с гражданской миссией поэта и уходит в себя, в поэзию для души» (Вера Кастрель).

Смысл произведения Т. Кибирова (как и произведений некоторых других писателей и поэтов — наших современников) можно по-настоящему понять, только если узнаны и осмыслены многочисленные цитаты и отсылки.

Первый отрывок отсылает нас к хрестоматийному стихотворению Н. А. Некрасова «Поэт и гражданин» и — шире — ко всей его гражданской поэзии (достаточно вспомнить «скорбь вопиющую» из его «Размышлений у парадного подъезда» и слова из «Элегии»: «Толпе напоминать, что бедствует народ, /В то время как она ликует и поёт, /К народу возбуждать вниманье сильных мира — /Чему достойнее служить могла бы лира?»).

«Потому что не волк я по крови своей..» — строка из стихотворения О. Мандельштама «За гремучую доблесть грядущих веков..»

Второй отрывок почти целиком состоит из цитат.

«Из Пиндемонти» — стихотворение А. С. Пушкина 1836 г. Оно начинается важными для понимания отрывка словами: «Не дорого ценю я громкие права, /От коих не одна кружится голова. /Я не ропщу о том, что отказали боги/

Мне в сладкой участи оспоривать налоги /Или мешать царям друг с другом воевать. . »

«Тема пушкинского стихотворения перекликается с темой стихотворения Тимура Кибирова; их объединяет общая идея нового понимания свободы. Главную мысль современного поэта лучше всего выражают строки классика, ставшие своеобразным манифестом личной свободы. Во-первых, «никому /Отчёта не давать, себе лишь самому /Служить и угождать»; во-вторых, «для власти, для ливреи /Не гнуть ни совести, ни помыслов, ни шеи. . » И наконец, «по прихоти своей скитаться здесь и там, /Дивясь божественным природы красотам, /И пред созданьями искусств и вдохновенья /Трепеща радостно в восторгах умиленья — /Вот счастье! Вот права» (Вера Кастрель).

Делия — героиня элегий римского поэта Тибулла, которого переводил поэт К. Н. Батюшков. Делия упомянута в стихотворении О. Э. Мандельштама «Tristia», сюжет которого взят из Тибулла: разлука с милой Делией, её гадание о новой встрече, мысль о смерти вдали от неё и мечта о неожиданном возвращении, когда она, необутая, из-за прялки бросится герою навстречу.

Скиния Божья — переносное, в виде шатра, святилище, которое Моисей велел сделать во время странствования через пустыню. В специальном её отделении находился ковчег завета — сундук со скрижалями. В скинии совершали культовые жертвоприношения до того, как был построен храм в Иерусалиме. Перед скинией (точнее, перед ковчегом завета) в Иерусалиме плясал царь Давид (Вторая книга царств).

«Цвет любимых волос и небес описать. . » — возможно, полемическая отсылка к стихотворению Некрасова «Поэт и гражданин», в котором Гражданин, обращаясь к Поэту, говорит: «С твоим талантом стыдно спать! /Ещё стыдней в годину горя /Красу небес, долин и моря /И ласки милой воспевать».

«Я к губам поднесу эту зелень — /Эту клейкую клятву листов. . » — начало стихотворения О. Э. Мандельштама 1937 г.

Цинциннат — главный герой романа В. В. Набокова «Приглашение на казнь». («Пятнадцать лет было Цинциннату, когда он начал работать в мастерской игрушек. . . занимался изготовлением мягких кукол для школьниц. . »).

«Подъезжая под Ижоры. . » — первая строка стихотворения А. С. Пушкина 1829 г.

Критерии проверки и награждения

Жюри конкурса по литературе не пользовалось формальными критериями определения победителей, решения о награждении грамотой «За успешное выступление на конкурсе по литературе» и о присуждении балла многоборья принимались персонально по каждой работе.

КОНКУРС ПО ИСТОРИИ

Автор заданий и решений — Сергей Георгиевич Смирнов, ведущий научный сотрудник ИИО РАО. Комментарии к заданию № 12 (текст с ошибками «Напо-

леон — год 1805») составила Анна Лаврёнова, ученица 11 класса московской школы № 1554.

Вопросы и задания

Все задания адресованы школьникам всех классов: каждый может выбрать те, которые ему по вкусу и по силам; достаточно выполнить хорошо (не обязательно полностью) 2 задания из первых десяти или верно указать хотя бы 10 ошибок в заданиях 11 или 12 (нужно составить список указанных в текстах событий (фактов), которые на самом деле происходили или **не тогда**, или **не там**, или **не так**, и объяснить, как, где и с кем они происходили — или почему их вообще не могло быть).

1. *Богат и славен Борода: его луга необозримы;*
Учёных бродят там стада — хотя и вольны, но хранимы...

Где и когда происходили события, описанные в этом стишке? Кто в них участвовал? Какие следы этих дел заметны до сих пор?

2. Как легче всего узнать, какая погода была в Москве 24.06.1945?

3. Назовите семерых важнейших партнёров Уинстона Черчилля в политике. Как развивались отношения в этих па́рах?

4. Как звали **отцов** великих завоевателей: Асархаддона, Кира, Александра, Ганнибала, Цезаря, Аттилы, Чингис-хана, Тимура, Наполеона?

5. В каком родстве состояли между собой герои Куликовской битвы: Дмитрий Донской, Дмитрий Боброк Волынский, Владимир Серпуховской, Андрей Полоцкий, Ягайло Литовский, Микула Вельяминов?

6. Перечислите великих Владимирских князей 13 века. Чем они прославились на этом посту?

7. Расшифруйте сокращения: ВЦИК, ДОСААФ, РСДРП, СТО, СНК, СС, РСХА, НСДАП, ОКВ, РОА, НАТО. В каких странах действовали эти организации?

8. Хатшепсут, Тамара Багратиони, Елизавета Тюдор, Екатерина фон Анхальт—Цербст. Составьте **отзыв** одной из этих цариц о другой.

9. Говорят, что Монгольская империя **способствовала** расцвету Шёлкового Пути — но Османская империя **препятствовала** движению европейских купцов по этому пути. Верно ли это? Если да, то отчего такая разница?

10. Сравните деятельность **трёх** королей по имени «Генрих 4» в Англии, Франции и Германии. Каковы были их главные достижения?

11. Найдите исторические ошибки в тексте.

Роковой день при Пуатье

Через 7 веков после первой славной битвы при Пуатье широкие поля между Туром и Нанси вновь стали ареной жестокой битвы великих армий. Но как измельчал духом Христианский мир за семь столетий! Прежде Карл Великий вёл

франков в бой за истинную веру — против тьмы язычников и мусульман, явившихся из Африки в наказание за грехи христиан. Тогда Христос Пантократор даровал победу своим воинам. Их предводителю досталась имперская корона, упавшая наземь со слабой главы Хильдерика Меровинга.

Теперь же далёкий потомок Карла 1 — Жан 1 Бесстрашный — из всех достоинств пращура явил лишь одно: храбрость, и ту — не по разуму. Король Франции отверг предложение английского принца Эдварда Долговязого о перемирии и совместном Крестовом походе на восток — против турок, захвативших Адрианополь и угрожающих священному Царьграду. Божья кара за гордыню не замедлила пасть на голову неразумного монарха: лучшие рыцари Франции, спешившись ради атаки вверх по крутому склону холма, были расстреляны английскими арбалетчиками и дорезаны подлой бретонской пехотой!

После этого худые вояки разбежались, бросив своего короля и его отважных сыновей — дофина Карла Смелого и бургундского герцога Филиппа Отважного — на произвол Судьбы. Все трое оказались в английском плену; опять Франции придётся платить огромный выкуп за поглупевшую династию! Победа Англии после 30 лет войны кажется окончательной; так ли это?

Алый Принц Эдвард 3 вдруг ощутил себя сильнейшим монархом Европы и понял, что не знает главного: как не упустить удачу? Можно идти на Париж и взять его без боя. Никто не окажет англичанам сопротивления — но парижане потребуют от чужого короля такого доброго управления, какого они не видели от своего невезучего монарха. Но как раз в делах правления Алый Принц совсем не опытен! Не зря он выбрал своим девизом слова «Ich Dien» — «Я Служу»...

Не лучше ли разрешить Парижской Коммуне самоуправление, которого она издавна добивалась от своих природных королей-Плантагенетов? Старшина парижских кожевников — Этьен Марсель — прислал к Алому Принцу гонцов с предложением сотрудничества. Пусть англичане властвуют в Париже так, как в Бордо: признавая местное самоуправление за регулярный денежный налог!

А что думают на сей счёт разбежавшиеся французские рыцари? Они хотят хозяйничать в своих замках, как ни в чём не бывало. Пусть новый король старой Франции признает их феодальные права: ведь только рыцари могут управлять мужичьём! Но мужики после Пуатье стали уже не те: взявшись за луки и топоры, они готовы перебить господ, всех до единого — и англичане для них ничем не лучше французов...

Поэтому союз с Парижской Коммуной для Алого Принца — единственный путь к твёрдой власти над Францией. Освятить союз монарха и народа может папа Иннокентий 4 — и он охотно сделает это, будучи освобождён Принцем из «Авиньонского плена» на берегах Гаронны, куда злая воля Филиппа Молчаливого заточила наместников Святого Петра! А французскую знать нужно побыстрее вести в очередной Крестовый поход — но теперь не в Святую Землю, а на Балканы, где бушует газават султана Селима Грозного!

Как жаль, что этот здравый план не удалось воплотить в жизнь! Вспышка чумы унесла жизни Алого Принца и папы Иннокентия, а злосчастная война между Англией и Францией затянулась ещё на 70 лет: её так и прозвали — Столетней. До самого её конца папский престол застрял в устье Гаронны под опекой англичан; не только набеги турок, но даже мятеж еретиков-чехов не по-

могли восстановить единство Католического мира. А потом стало поздно: по зову Данте, потрясённого бесполезной резнёй при Пуатье, в Европе началось Возрождение.

12. Найдите исторические ошибки в тексте.

Наполеон — год 1805

Великолепное майское утро обещало парижанам чудесный день. Но его омрачила горькая весть: французский флот разбит англичанами и испанцами в бухте Трафальгар! Погибло больше половины кораблей и тысячи матросов. Адмирал Ла Перуз пал от пули английского снайпера на палубе своего любимого фрегата «Виктуар» — того самого, на котором он впервые обогнул земной шар, плывя на восток — по следам Васко да Гама. Гордое трёхцветное знамя, трепетавшее у берегов Мадагаскара и Сахалина, скрылось в холодной пучине Бискайского залива. Правда, погиб и победитель Ла Перуза — английский адмирал Грегори Нельсон; но английский флот уцелел, а французский — уничтожен!

Это первое крупное поражение Франции с тех пор, как власть перешла от революционного Конвента к первому консулу Республики — Наполеону Бонапарту. Уже пять лет армии санкюлотов держат в страхе всю Европу; но одна катастрофа на море может все испортить! Император Фридрих 3 и папа Пий 9 вновь объявят Крестовый поход против безбожных французов; Прованс и Овернь вновь восстанут против власти нечестивых парижан. Богатая Англия отвалит новую порцию денег и оружия для бесчисленных германских князей — от Вены до Кенигсберга. Старый дьявол Вильям Питт ещё надеется расколоть Францию на отдельные провинции, как было во время Столетней войны. В таком случае английский король Эдвард 6 (хоть и немец по происхождению) сможет объявить себя сюзереном Франции — подобно давнему тёзке из династии Ланкастеров!

Такой ход событий вполне вероятен; чтобы его исключить, первый консул Франции должен в очередной раз совершить невозможное. Хорошо, что Англия не может завтра же высадить во Франции свой десант, как случилось во времена Эдварда 4! Не опасаясь удара в спину с моря, консул Бонапарт может обратить свои силы на восток и ударить в самое сердце Германской империи раньше, чем её спасут англичане. Немцы любят слово «Блицкриг»: они его получат! К началу зимы трёхцветное знамя должно реять над Веной и Римом! Теперь и русские войска не выручат австрийцев: ведь Суворов умер, а достойного преемника ему нет. . .

Этот дерзкий план удался в полной мере. Разгромив австрийские войска принца Карла у Ваграма на Дунае и сокрушив русскую армию Барклая при Аустерлице, маршал Бонапарт вступил в Вену без сопротивления. Одновременно генерал Массена занял Рим, арестовал папу и доставил его в Вену для участия в великолепном спектакле по сценарию Бонапарта. Накануне Рождества престарелый император Фридрих отрёкся от престола, завещав его новому владыке франков, саксов и аллеманов — сорокалетнему герою Наполеону Бонапарту. Папа Пий 9 послушно увенчал везучего корсиканца древней короной

Карла Великого — в том самом соборе св. Стефана, где тысячу лет назад папа Павел 6 венчал на царство удачливого бургундца. . .

Новоявленный император Запада тут же помирился с императором Востока: встретившись в Эрфурте, Наполеон и Александр заключили мир и договорились о разделе Турецкого наследства. Брат Александра — Константин — был назначен преемником султана Мехмеда 4 в Константинополе; брат Наполеона — Люсьен — стал кесарем Великой Румынии на Дунае. Хитроумный маршал Массена был назначен королём Швеции и женился на сестре российского императора. Лучший из российских дипломатов — граф Михаил Сперанский — стал послом России в Париже и советником Наполеона в делах просвещения и науки.

Именно он убедил нового императора последовать примеру Солнечного короля — Луи 15. Тот, создав Академию Наук в противовес Лондонскому Королевскому Обществу, широко распахнул ворота Лувра для иностранных учёных: немцев и датчан, шведов и русских. Если Наполеон поступит так же — Франция получит шанс превзойти Англию в сфере наук, а значит и в промышленности. Сокрушить британцев путём блицкрига не удалось; значит, нужно одолеть их в долгом экономическом соревновании, а его не выиграть без участия лучших учёных мужей Европы! Пусть они едут в Париж: имперская столица обеспечит им лучшие условия для работы на благо человечества!

Так на остывающем пепелище Революции возгорелся новый пламень научного поиска европейцев — западных и восточных. Пруссак Гаусс и тосканец Вольта, швед Берцелиус и датчанин Эрстед, американец Фултон и нижегородец Лобачевский, французы Фурье и Шампольон — все они, собранные вместе, породили великую науку 19 века. Наполеон 1 вошёл в историю как Просвещённый Император; эта память жива поныне, когда мало кто помнит боевые победы удалого корсиканца.

Ответы, решения и комментарии к заданиям конкурса по истории

1. Расшифровать подражание «Полтаве» Пушкина[1] сумели очень немногие школьники. Впрочем, этот стишок родился почти полвека назад — в «секретном» городе Арзамас–16[2], где физики-ядерщики создавали урановую и водородную бомбы под руководством «Бороды» — академика И. В. Курчатова и под присмотром начальника НКВД — Л. П. Берии.

Такой пародийный стишок скорее всего мог стать фольклором Арзамаса–16 только после 20 съезда КПСС (1956 год).

Современное название этого научного учреждения — Российский федераль-

[1] А. С. Пушкин. *Полтава. Песнь первая.*
Богат и славен Кочубей.
Его луга необозримы;
Там табуны его коней
Пасутся вольны, нехранимы.
. . .

[2] Именно под этим названием город был рассекречен (и потому стал известен) в конце 1980-х годов. Современное название — Саров, в 1950–1960 годы, о которых идёт речь, Саров сменил много других названий.

ный ядерный центр Всероссийский Научно-Исследовательский Институт Экспериментальной Физики (РФЯЦ-ВНИИЭФ).

Следы деятельности научного коллектива Арзамаса–16 — это не только ядерное оружие и ядерная энергетика, и, разумеется, сам город, но и много других научных и технологический достижений (и, к сожалению, связанных с этим экологических, политических и других проблем). Более подробно с некоторой (по понятным причинам — не всей) информацией об истории и деятельности РФЯЦ-ВНИИЭФ можно ознакомиться на интернет-сервере этого научного центра http://www.vniief.ru/

2. Очень многие школьники связали дату 24.06.1945 с Отечественной Войной и с Парадом Победы после войны. Но очень немногие поняли, что они сами *много раз видели* кинокадры этого парада — почти в любом фильме о войне! 200 гвардейцев бросают трофейные немецкие знамёна перед мавзолеем Ленина; видно, что идёт дождь. . .

Приятно и понятно, что кратчайшее верное решение этой задачи дал один из самых младших участников турнира — шестиклассник Дима Федюшко из школы № 1018.

3. Главное дело жизни Черчилля — руководство вооружёнными силами Великобритании во время двух мировых войн. В первой войне он был военно-морским министром и имел дело с премьер-министром Ллойд—Джорджем, с английскими командующими — Китченером и Френчем, с президентом США Вудро Вильсоном. После окончания этой войны Черчилль пытался свергнуть правительство Ленина в России и ради этого сотрудничал со многими лидерами русского «белого» движения.

Перед Второй Мировой войной Черчилль призывал к свержению Гитлера и соперничал с «мирным» премьером Англии — Чемберленом. После начала войны Черчилль в роли премьер-министра сотрудничал с главными лидерами антифашистского блока: президентом США Франклином Рузвельтом и главою СССР — Сталиным, а также с английским командующим Монтгомери.

Очень немногие ломоносовцы вспомнили о видной роли Черчилля не только во *второй*, но и в *первой* мировой войне: он тогда был военно-морским министром Англии! Из тогдашних партнеров Черчилля были названы только премьер-министры: Чемберлен и Ллойд—Джордж. Зато среди лидеров Второй Мировой войны были названы Сталин и Гитлер, Молотов и Риббентроп, Монтгомери и Эйзенхауэр, Муссолини и Шарль де Голль, Франклин Рузвельт и Гарри Трумен. Наибольшее число разных имён — 7 штук, с подробными характеристиками всех персон — назвал ветеран нашего турнира — Виталий Редькин из 1624 школы.

4.

Сын	*Отец*
Асархаддон	Синаххериб
Кир	Камбиз
Александр Македонский	Филипп
Ганнибал	Гамилькар Барка
Цезарь	Гай Юлий Цезарь
Аттила	Мундзук
Чингис-хан	Есугей
Тимур Хромой	Тарагай
Наполеон	Карло Буонапарте

Лучшие познания об *отцах* великих завоевателей проявил ученик 10 класса 57 школы Володя Цвингли: он верно назвал 6 имён. Филипп Македонский — отец Александра, Камбиз — отец Кира Персидского, Гамилькар Барка — отец Ганнибала. Отец Гая Юлия Цезаря был его полным тёзкой; Есугей — отец Темучжина (будущего Чингиз-хана). Володя также верно назвал отца Наполеона — Карло Буонапарте, но спутал *отца* Асархаддона с его *сыном* — Ашшурбанапалом. Этой ошибки избежала одноклассница Володи — Света Белозерова: она вспомнила Синаххериба, как разрушителя Вавилона!

Верные имена отцов Аттилы (Мундзук) и Тимура (Тарагай) не назвал никто; но некоторые назвали имя *дяди* и предшественника Аттилы: Ругила (что также учитывалось при оценке ответа).

5. Генеалогия *русских* и *литовских* князей 14 века оказалась почти неведома *всем* участникам турнира. В лучшем случае школьники вспоминали о родстве Дмитрия Донского с Владимиром Храбрым (двоюродные братья) и о *свойстве* Боброка с Дмитрием Донским: приезжий из Литвы князь — Гедиминич (а не Рюрикович!) был женат на сестре московского князя.

Полное решение задачи таково: Литовско-русский князь Боброк Волынский — внук князя Гедимина и потому двоюродный брат Андрея Ольгердича Полоцкого и Ягайло[1] Ольгердича Литовского. Эти двое — единокровные братья, сыновья разных жён Ольгерда Гедиминича: Марии Полоцкой и Ульяны Тверской. Кроме того, Дмитрий Боброк был женат на сестре Дмитрия Донского — то есть был его свояком.

Князь Владимир Андреевич Серпуховской — двоюродный брат Дмитрия Ивановича Донского (оба они — внуки Ивана Калиты) и зять Ольгерда Литовского — то есть он свояк Андрея Полоцкого и Ягайло Литовского.

Боярин Микула Вельяминов (сын последнего московского тысяцкого — Василия Вельяминова) приходился Дмитрию Донскому двоюродным братом (поскольку мать Дмитрия — Александра Вельяминова), а также свояком — ибо их жёны были сёстрами (две дочери князя Дмитрия Суздальского).

[1]Ягайло не принимал личного участия в сражении 8 сентября 1380 года, но, несомненно, был героем (участником) тогдашних военно-политических событий.

6. Напротив, познания *московских* школьников насчёт *персон* и даже *годов* правления Владимирских князей 13 века превзошли воображение организаторов Турнира! Если исключить телепатию и ясновидение (которые не входят в программу Турнира и потому оценке не подлежат), то неизбежен вывод: в распоряжении по крайней мере 20 московских участников были какие-то справочные материалы со списками российских правителей — даже столь номинальных и виртуальных, как князь Михаил Хоробрит (младший брат Александра Невского, первый владетель Москвы — похоже, что он заложил первый Архангельский Собор в честь своего небесного патрона). Учитывая такую сверхинформированность современных школяров, жюри особо поощрило тех школьников, которые смогли дать *пояснения* о *личных* достижениях перечисленных ими князей.

Два выбранных нами решения принадлежат Диме Тяпину (Петербург, Классическая гимназия, 8 класс) и Наташе Кулыгиной (Москва, 1543 гимназия, 9 биологический класс). Вместе они составляют *полное* решение задачи № 6 — и удачно отражают стиль мышления их авторов.

Дима Тяпин: «Сначала правил Всеволод Большое Гнездо (до 1212 года). За ним — его сыновья: Константин, воевавший с братом Юрием, который потом погиб в битве с монголами на реке Сить (1238). Затем Ярослав (отец Александра Невского) — он первым из русских князей ездил за ярлыком в Орду; за ним — его брат Святослав, свергнутый своим племянником Михаилом Храбрым, который погиб в бою с литовцами. Потом идут внуки Всеволода: сперва Андрей Ярославич — родоначальник суздальско-нижегородской ветви князей. Потом Александр Невский — ну, он и в Африке — Александр Невский, с ним всё ясно! За ним — его брат Ярослав Тверской, и ещё — Василий Костромской. А уж потом — сыновья Невского, Дмитрий и Андрей, постоянно враждовавшие между собой. С ними кончился 13 век и началась Московская эпоха. . »

Наташа Кулыгина: «Всеволод Большое Гнездо — основал Дмитровский собор во Владимире, да и другие соборы он обновил. Константин победил Юрия с помощью новгородцев, но потом церковная дипломатия их примирила. Юрий — активное освоение Поволжья, основание Нижнего Новгорода. Он погиб в бою с Батыем и за это причислен к лику святых. Его (Юрия) брат Ярослав первый получил ярлык из рук Батыя, но потом был отравлен — вероятно, тоже в Орде[1].

Андрей Ярославич пытался сбросить монгольское иго, заключил союз с Даниилом Галицким; за это был свергнут своим братом Александром и бежал за границу. Позже он вернулся, но больше не высовывался . . . Александр Невский жестоко подавлял любое сопротивление монгольскому владычеству; в Орде он проводил едва ли не больше времени, чем дома. Но Александр тоже причислен к лику святых, как защитник православной веры: ведь благодаря ему в Сарае возникла епископия . . . »

7. Расшифровка **сокращений** оказалась одним из самых лёгких заданий для многих школьников и не позволила выявить лидеров в этом ремесле. Зато какие бывали ошибки! Армию генерала Власова многие путали с российским обществом авиаторов, хозяйство Гиммлера и Кальтенбруннера в Германии — с

[1] на самом деле — в Каракоруме

Российской Сельско-Хозяйственной Академией, Совет Труда и Обороны — со станцией технического обслуживания, СС — с Советским Союзом, и так далее. Но самые смешные ошибки вызвало слово НАТО — точнее, *третья* буква в этом слове. Очень немногие школьники, даже зная английский язык, угадали здесь слово Treaty — Договор. Гораздо больше сторонников оказалось у слова Trinity — Троица. Такова ментальность нынешних школяров!

Верное решение задачи таково:

В России:
ВЦИК = Всероссийский Центральный Исполнительный Комитет (Съезда Советов Народных Депутатов)
РСДРП = Российская Социал-Демократическая Рабочая Партия
СТО = Совет Труда и Обороны
СНК = Совет Народных Комиссаров
ДОСААФ = Добровольное Общество Содействия Армии, Авиации и Флоту.

В Германии:
СС = SchutzStaffel = Охранные Отряды
РСХА = ReichsSicherheitsHauptAusschuss = Главное Управление (Комитет) Имперской Безопасности
НСДАП = Die NazionalSozialistische Deutsche ArbeiterPartei = Немецкая Национал-Социалистическая Рабочая Партия
ОКВ = OberKommandoWehrmacht = Верховное Командование Вооружённых Сил Обороны

В России и Германии:
РОА = Российская Освободительная Армия

В Западной Европе и США:
НАТО = North Atlantic Treaty Organisation = Организация СевероАтлантического Договора

8. Конечно, самые удачные отзывы цариц о царицах — особенно Елизаветы Английской о Екатерине Российской, или обратно — написали девушки. Среди авторов лучших работ — московские восьмиклассницы Аня Кузнецова (444 школа) и Кристина Громан (школа 5), Катя Барышева из Академической гимназии Петербурга. Но ввести в игру египетскую царицу Хатшепсут дерзнули только юноши: москвич Женя Лактионов—Мандельштам из 57 школы и питерянин Игорь Кравчук из Академической гимназии. Правда, им не хватило психологического мастерства для полноценного сравнения конфликтов между Хатшепсут и её пасынком Тутмесом 3, между Екатериной и цесаревичем Павлом — но это ремесло наживное. . .

К сожалению, мало кто вспомнил грузинскую царицу Тамару — и то лишь как вдохновительницу творчества Шота Руставели, которого не грех сравнить с Шекспиром при Елизавете Тюдор. Очевидно, нынешние школьники не читали прекрасную книгу И. В. Можейко «1185 год: Восток и Запад», где рассмотрена сложная биография Тамары. Ведь она (в отличие от прочих трёх цариц) сумела избавиться от неудобного первого мужа — русского князя Юрия Андреича — не

убивая его: просто выгнала забияку и самовластца в Византию, где он прославился в роли крестоносца. И новую удачную семью Тамара сумела построить, двух толковых детей вырастила — и померла вовремя, не дождавшись монгольского вторжения... Читайте, дети, Игоря Можейко — не только когда он пишет под именем Кир Булычёв!

9. «Евразийская» задача о разной роли монголов и османов на Шёлковом пути была составлена во вкусе Льва Гумилева: он любил повторять, что «Историк, не сведущий в географии, на каждом шагу встречает претыкание!» Это претыкание поразило очень многих участников турнира, не способных мысленно вообразить карту Евразии, прикинуть расстояние между Османской державой и Китаем. Одно из лучших решений дал Антон Петров из 10 класса Классической гимназии Петербурга:

«Монгольской империи принадлежал Китай; поэтому торговля шёлком была выгодна монголам. Османам Китай не принадлежал; они с ним даже не граничили, но хотели сами с ним торговать — а потом дорого перепродавать шёлк в Европу».

Вот и всё: экономика, география и политика сплелись в единый узел, как принято у классиков. Спасибо тренерам чемпионов — в данном случае, географине Людмиле Владимировне Шмидт из Петербурга! Вместе с нею можно поздравить питерских историков-медиевистов: Данилу Викторовича Рощина (он обучил Игоря Кравчука), Илью Хацкелевича Черняка (он учил Диму Тяпина Средневековью) и Павла Владимировича Седова (он учит российской истории юных питерских «классиков»).

Вровень с ними стоят московские коллеги: Андрей Игоревич Петроковский из 57 школы и Леонид Александрович Кацва (автор известного учебника) из гимназии 1543. Не все они любят Льва Гумилева — но их питомцы умеют взять лучшее у разных классиков великой науки...

10. Задача о трёх королях Генрихах поставила в тупик большинство участников турнира. Увы, все трое жили в разные века — и школьники успевают забыть германского императора Генриха 4 (который в 11 веке боролся с папой Григорием 7 и унижался перед ним в Каноссе) раньше, чем знакомятся с французским королём-гугенотом Анри Четвёртым! Английского же короля Генриха 4 Ланкастера знают только читатели Шекспира — и то не все! Вот и сравни их друг с другом...

Можно оставить это дело в качестве домашнего задания для знатоков — тем более, что многие участники турнира показали хорошие результаты по другой «средневековой» задаче — тексту с ошибками, посвящённому битве при Пуатье.

11. Лучшего результата здесь добился восьмиклассник Игорь Кравчук из Академической гимназии Петербурга: он заметил 33 ошибки, из них 30 определил верно. Тем интереснее рассмотреть те ошибки, которые чемпион Средневековья *пропустил* — или которые он сам *сделал* при анализе текста.

а) К сожалению, Игорь не вспомнил *точную дату* второй битвы при Пуатье: 1356 год. Это во многом осложнило его работу по обоснованию прочих ошибок.

б) Пантократор — *греческий* титул Христа; в католической Европе он не употреблялся.

в) Общее заблуждение: «если Парижская Коммуна *была* в 1871 году, то *не могла* же она быть в Средневековье!» Очень даже могла — и была, с 12 века, и парижские короли очень с нею считались. . .

г) «Крестьяне Франции не имели доступа к лукам». Имели, конечно — но не имели постоянной *практики* в труднейшем ремесле лучника, а потому не могли соперничать с опытными английскими йоменами.

д) «Турецкая экспансия в *те* годы была направлена не на Балканы, а на Восток — в Иран». Как раз в 14–15 веках Османы осваивали Византийское наследство на Балканах; с Ираном они начали борьбу лишь в конце 15 века.

е) «Вряд ли английский принц мог выбрать себе девиз на *немецком* языке: тогда в ходу была латынь и французский язык». В общем, верно — но Чёрный принц выбрал себе такой девиз, получив посвящение в рыцари от *германского* императора.

Полный список ошибок в тексте «Роковой день при Пуатье».

Для удобства приводим текст с ошибками ещё раз. Ошибочные фрагменты выделены *курсивом*, номера сносок соответствуют номерам пунктов в списке комментариев.

Роковой день при Пуатье

(текст с ошибками)

Через 7 веков после первой славной битвы при Пуатье[1] широкие поля между Туром и *Нанси*[2] вновь стали ареной жестокой битвы великих армий. Но как измельчал духом Христианский мир за семь столетий! *Прежде Карл Великий*[3,4] вёл франков в бой за истинную веру — против тьмы *язычников*[5] и мусульман, явившихся из Африки в наказание за грехи христиан. Тогда Христос *Пантократор*[б)] даровал победу своим воинам. Их предводителю *досталась имперская корона*[7], *упавшая наземь со слабой главы Хильдерика Меровинга*[6].

Теперь же далёкий потомок Карла 1 — *Жан* 1 *Бесстрашный*[8,10] — из всех достоинств пращура явил лишь одно: храбрость, и ту — не по разуму. Король Франции отверг предложение *английского принца Эдварда Долговязого*[11] о перемирии и совместном Крестовом походе на восток — против *турок, захвативших Адрианополь*[12,14] и угрожающих *священному Царьграду*[13]. Божья кара за гордыню не замедлила пасть на голову неразумного монарха: лучшие рыцари Франции, спешившись ради атаки вверх по крутому склону холма, были расстреляны *английскими арбалетчиками*[15] и дорезаны подлой *бретонской пехотой*[16]!

После этого худые вояки разбежались, бросив своего короля и его отважных сыновей — *дофина Карла Смелого*[8] и бургундского герцога *Филиппа Отважного*[8] — на произвол Судьбы. Все трое оказались в английском плену; *опять Франции придётся платить огромный выкуп за поглупевшую династию*[18]! Победа Англии *после 30 лет*[17] войны кажется окончательной; так ли это?

Алый Принц[9] Эдвард 3 вдруг ощутил себя сильнейшим монархом Европы и понял, что не знает главного: как не упустить удачу? Можно идти на Париж и взять его без боя. Никто не окажет англичанам сопротивления — но парижане потребуют от чужого короля такого доброго управления, какого они не видели от своего невезучего монарха. Но как раз в делах правления Алый Принц *совсем не опытен*[19]! Не зря он выбрал своим девизом слова «Ich Dien» — «Я Служу»...

Не лучше ли разрешить Парижской Коммуне самоуправление, которого она издавна добивалась от *своих природных королей-Плантагенетов*[20]? *Старшина парижских кожевников — Этьен Марсель*[21] — прислал к *Алому Принцу*[9] гонцов *с предложением сотрудничества*[22]. Пусть англичане властвуют в Париже так, как в Бордо: признавая местное самоуправление за регулярный денежный налог!

А что думают на сей счёт разбежавшиеся французские рыцари? Они хотят хозяйничать в своих замках, как ни в чём не бывало. Пусть новый король старой Франции признает их феодальные права: ведь только рыцари могут управлять мужичьём! Но мужики после Пуатье стали уже не те: взявшись за луки и топоры, они готовы перебить господ, всех до единого — и англичане для них ничем не лучше французов...

Поэтому союз с Парижской Коммуной для *Алого Принца*[9] — единственный путь к твёрдой власти над Францией. Освятить союз монарха и народа может папа *Иннокентий 4*[23] *— и он охотно сделает это, будучи освобождён Принцем из «Авиньонского плена»*[24] *на берегах Гаронны*[23], куда злая воля Филиппа Молчаливого[25] заточила наместников Святого Петра! А французскую знать нужно побыстрее вести в очередной Крестовый поход — но теперь не в Святую Землю, а на Балканы, где бушует газават *султана*[27] *Селима Грозного*[26]!

Как жаль, что этот здравый план не удалось воплотить в жизнь! *Вспышка чумы унесла жизни Алого Принца*[28] и папы Иннокентия, а злосчастная война между Англией и Францией затянулась *ещё на 70 лет: её так и прозвали — Столетней*[29]. До самого её конца папский престол застрял в устье Гаронны под опекой англичан; не только набеги турок, но даже мятеж еретиков-чехов не помогли восстановить единство Католического мира. А потом стало поздно: по зову *Данте, потрясённого бесполезной резнёй при Пуатье*[30], в Европе началось Возрождение.

1. Разница в датах между двумя битвами при Пуатье составляет не 7 веков, а $1356 - 732 = 624$ года.

2. Равнина у Пуатье окаймлена тремя городами: Туром, Пуатье и Орлеаном. Город Нанси (столица Бургундии) лежит далеко к востоку от Пуатье.

3. Карл Великий родился *после* первой битвы при Пуатье — в 742 году.

4. Франками при Пуатье командовал Карл Мартелл — *дед* Карла Великого.

5. В исламской армии арабов при Пуатье в 732 году не могло быть бойцов-язычников.

6. Вожди из династии Меровингов во Франции *не* носили титул «император», а только титул «рекс».

7. Имперская корона появилась на католическом варварском Западе только при Карле Великом — в 800 году.

8. Французской армией во *второй* битве при Пуатье в 1356 году командовал король Жан 2 Добрый. Он попал в плен к англичанам со своими сыновьями: дофином Карлом (он позднее стал королём Карлом 5 Мудрым) и юным герцогом Бургундии — Филиппом Смелым.

9. Английской армией при Пуатье командовал Чёрный (а не Алый) Принц Эдвард: он получил это прозвище за цвет доспехов из воронёной стали.

10. Жан Бесстрашный — *не* король, а герцог Бургундии (сын Филиппа Смелого). В 1356 году он ещё не родился.

11. Эдвард Долговязый (Longshanks) — прозвище английского короля Эдварда 1, прадеда Чёрного Принца. Эдвард 1 умер в 1307 году, до описываемых в тексте событий.

12. Турки-османы захватили Адрианополь в 1362 году — после битвы при Пуатье.

13. Православный Царьград (Константинополь) *не* был для западных католиков святыней — после 1204 года, когда они его захватили и разграбили, и 1261 года, когда их оттуда выбили греки и монголы.

14. Крестовый поход католиков на Балканы против турок состоялся лишь в 1396 году — во время очередного перерыва в Столетней войне. Этот поход завершился разгромом крестоносцев при Никополе.

15. Английские стрелки были, в основном, лучники — а не арбалетчики.

16. Бретонцы не участвовали в битве при Пуатье. Лёгкая пехота в английском войске Чёрного Принца Уэльского состояла, в основном, из его подданных — валлийцев.

17. К моменту битвы при Пуатье война между Англией и Францией тянулась не 30, а только 20 лет.

18. До битвы при Пуатье короли Франции *не* попадали в плен к врагам. Поэтому выкуп за пленного короля был для французов в новинку. Они не успели собрать его прежде, чем Жан Добрый умер в английском плену (1364 год).

19. Девиз «Ich Dien» (Я Служу — по-немецки) принц Эдвард принял, будучи посвящён в рыцари германским императором. Принц Эдвард был не только талантливым полководцем, но и успешным администратором — как наместник своего отца Эдварда 3 во французских владениях Англии (с центром в Бордо).

20. Природные (в смысле, в котором это слово употреблено в тексте) короли Франции — *не* Плантагенеты (эти правили в Англии), а Капетинги (см. также п. 22).

21. Этьен Марсель не был старшиной кожевников; он был старшиной парижских суконщиков и городским головой (превó).

22. После пленения короля Жана Доброго Этьен Марсель пытался договориться о разделе власти *не* с английским принцем Эдвардом, а с французским королём Наварры — Карлом Злым (из династии Капетингов). Этот союз не удался: Марсель погиб раньше, Карл Злой — позже.

23. Папа Иннокентий 4 правил в Риме в середине 13 века. Во время битвы при Пуатье папа Иннокентий 6 правил в Авиньоне — на берегу Роны (а не Гаронны — там лежит город Бордо, столица Аквитани).

24. Во время «Авиньонского плена» (1309–1378) все папы старались сохранить свой нейтралитет между Англией и Францией, опасаясь расправы победи-

телей.

25. Это не ошибка. Филипп Молчаливый (или «Филин») — другое, не очень известное, прозвище короля Франции Филиппа 4 Красивого.

26. Султан Селим Грозный (Явуз) правил Турцией в начале 16 века.

27. Во время битвы при Пуатье правитель Турции Орхан носил титул «эмир» (равносильный графу или герцогу), а *не* титул «султан» (равносильный королю или императору). Титул «султан» принял эмир Мурад после того, как отвоевал Адрианополь у византийцев (1362 г.) и сделал этот город своей столицей.

28. Великая чума пришла в Европу *до* битвы при Пуатье — в 1346 году. Позднее она неоднократно возвращалась. Но Чёрный Принц умер в 1376 году (в возрасте 49 лет) *не* от чумы (в последние годы жизни у него было много серьёзных проблем со здоровьем).

29. Столетняя война между Англией и Францией продолжалась (с перерывами) не 100, а 116 лет: с 1337 по 1453 год.

30. Данте Алигьери умер в 1321 году — задолго до Столетней войны. Современниками битвы при Пуатье в Италии были Джованни Боккаччо и Франческо Петрарка.

Таковы самые поучительные ошибки юных медиевистов[1] нашего времени и нашей страны.

12. Хотелось бы продолжить в этом же тоне разговор о современных *новистах* — точнее, о *бонапартистах*, отличившихся в задаче № 12 (Наполеон — год 1805). Но увы — так, свысока разговор не пойдёт, ибо сильнейшая бонапартистка среди участников турнира отметила в своей работе *намного больше* исторических ошибок и неточностей, чем изначально предполагало жюри, составляя задание. Автор думал о примерно 35 ошибках; Володя Цвингли обнаружил их 28, а Аня Лаврёнова из 1554 школы нашла 55 ошибок и неточностей, касающихся Наполеона! Такую работу грех реферировать или пересказывать: её нужно публиковать полностью, что мы и делаем[2]. Но перед этим перечислим те ошибки, которые Аня Лаврёнова *не* заметила, ибо они относятся к тонкостям морского дела и географических открытий.

а) маркиз де Ла Перуз отправился в кругосветное путешествие ещё *до* Французской революции. Он, конечно, плыл *не* на восток, а на *запад* — чтобы использовать ветры-пассаты, а не бороться с ними. Знамя на кораблях Ла Перуза («Буссоль» и «Астролябия») развевалось *не* трёхцветное (республиканское), а королевское — с золотыми лилиями на синем поле. До Сахалина Ла Перуз доплыл — но в Тихом океане он погиб и до Мадагаскара не добрался. Адмиральского чина он не получил — по той же причине.

б) Трафальгар — **не** бухта, а **мыс** на самом юге Испании, вблизи Гибралтара. Это очень далеко от Бискайского залива — и тем более, от Ла-Манша, куда многие участники турнира пытались поместить эту баталию.

А теперь — комментарии чемпионки среди бонапартистов, Анны Лаврёновой, к ошибкам в тексте «Наполеон — год 1805».

[1] Так историки называют специалистов по истории средних веков.

[2] С минимальными редакционными правками.

М-да! Подобной галиматьи свет не видывал! Но — к делу!

1) Утро не майское[1].

2) «. . . *французский флот разбит англичанами и испанцами в бухте Трафальгар!*»
Это не так! Английский флот разбил франко-испанскую эскадру!

3) «. . . *Адмирал Ла Перуз* . . . » Неправильно!
С французской стороны сражением командовал адмирал Вильнёв, и никто его не застрелил, это Нельсона (кстати, Горацио, а не Грегори!) застрелили. А Вильнёва потом французы отдали под суд, но он не хотел, чтобы его судили соотечественники (а может, ему было стыдно за поражение) и выпил яд из перстня (из перстня ли, точно не помню).

4) «*Это первое крупное поражение Франции с тех пор, как власть перешла от революционного Конвента к первому консулу Республики — Наполеону Бонапарту.*»
Тут несколько ошибок:
а) Власть перешла от Конвента к Директории, и только 18–19 брюмера 1799 г. она перешла в руки 3-ёх консулов — Бонапарта, Роже—Дюко и Сийеса, последние 2 из которых вскоре были отстранены от власти I-ым консулом (Наполеоном) и заменены на Камбасереса и Лебрена.
б) Судя по заголовку «Наполеон — 1805 год», всё вышенаписанное про консулат вообще бесполезно, т. к. в 1805 году Наполеон уже был императором, а не консулом. И коронация имела место быть 2 декабря 1804 года.
в) Если уж честно, то это (Трафальгар) — не первое крупное поражение Франции со времён Конвента. Например, Абукирское сражение[2] (опять этот Нельсон!)

5) «. . . *Уже пять лет армии санкюлотов держат в страхе всю Европу; но одна катастрофа на море может все испортить!* . . »
а) В 1805 году, да и на протяжении пяти последних лет никаких санкюлотов уже и в помине не было. Были граждане процветающей благодаря стараниям Первого консула Республики. А санкюлоты остались ушедшим временам Марата, Робеспьера и т. д.
б) А по поводу 5 лет — это большое преуменьшение. Не стоит недооценивать великого человека. Имя Наполеона было на устах у всей Европы уже как минимум лет 9 (с итальянской кампании 1796–1797 гг.) и всей Франции, начиная с Тулона (16, 17, 18 декабря 1795 г.) и ещё больше с Вандемьера 1795 г., когда молодой, как его прозвали, «Генерал Вандемьер» по поручению Барраса разогнал толпу черни, тем самым защитив правительство подгнившей Директории.
в) По-моему, Трафальгар — не такая уж большая катастрофа. В конце концов, если б это было так, Императору пришлось бы воевать на территории своей страны, защищая её от внешних врагов, в то время как его орлы летают по всей Европе, сначала в Австрии (1805 г.), потом в Пруссии (1806) и Польше (1807) и т. д.

---

[1] а октябрьское
[2] морское сражение возле Александрии, 1798 год.

6) «*император Фридрих 3-й*».
Не Фридрих и не III, а Франц II, Император Австрийский.

7) «*Папа Пий 9*».
Не 9-й, а Пий VII

8) «. . . *вновь объявят Крестовый поход против безбожных французов*».
а) Что за чертовщина! Времена крестовых походов давно канули в Лету!!!
б) А по поводу «безбожных французов», это уж извините. Может, армия и оставалась в большинстве своём не сильно верующей, но во всей Франции уже давно[1] звенели колокола католических церквей. Как известно, конкордат[2] был заключён ещё во времена консульства[3].

9) Про Прованс и Овернь вообще не говорю. Все[4] французы пребывали в состоянии эйфории от своего нового повелителя и никто не восставал, а если бы кто и восстал, то туго бы ему пришлось. Бывало такое, что восставали города и департаменты, но это было в тёмные времена Директории или кровожадного Конвента, как восстания в Марселе и Тулоне в 1793 г.

10)«. . . *для бесчисленных германских князей — от Вены до Кенигсберга.*»
Да! Такого я ещё не слышала, чтоб австрийского императора (не стоит забывать, что австрийские монархи носили титул «Императора Римской империи (Германской нации)») обозвали германским князем.

А Кёнигсберг в те времена находился, если я не ошибаюсь, на территории Российской империи, ⇒ никаких германских князей там быть не могло[5].

11) «. . . *Старый дьявол Вильям Питт* . . . »
Если мне память не изменяет, к тому моменту он уже умер[6].

12) Что за вздор, «. . . *расколоть Францию на отдельные провинции* . . . »? Англии в то время надо было думать о том, как бы свою шкуру спасти (вспомним хотя бы грозный Булонский лагерь, прямую угрозу английскому флоту — Трафальгар, а позже, в 1806 г. — континентальную блокаду).

13) Эдуард (Эдвард) не 6!!! И не немец по происхождению. И уж конечно, объявить себя сюзереном Франции он и не надеялся. И такой ход событий был просто невозможен!!!

14) «. . . *первый консул должен совершить невозможное*».
В 1805 году Наполеон был уже императором!
А по поводу невозможного: в сравнении с чудесами итальянской кампании, когда армия представляла стадо оборванцев[7], кампания 1805 года предстаёт

---

[1] после революции

[2] Соглашение между папой римским как главой католической церкви и католическим государством, регулирующее положение католической церкви в этом государстве.

[3] 15 июля 1801 г.

[4] Вряд ли все. . .

[5] Это единственное (во всей работе Ани Лаврёновой) НЕВЕРНОЕ утверждение.

[6] Вильям Питт (1708–1778) — английский политический деятель (умер задолго до описываемых событий); Вильям Питт Младший (1759–23.01.1806), его сын, премьер Великобритании, в рассматриваемый период (осень 1805 г.) по состоянию здоровья скорее всего не мог предпринимать каких-либо активных действий.

[7] И одолела Австрийскую империю (1796 год).

вполне благополучной, учитывая то, что у Императора было теперь 200 000 хорошо обмундированных, вооружённых солдат, часть из которых прошла подготовку в Булонском лагере[1].

15) «*Суворов умер, и достойного преемника ему нет . . .* ».
Тоже неправда! Был талантливейший полководец Барклай-де-Толли, был Кутузов, молодой Багратион. И потом, авторы текста вздыхают о Суворове так, будто если б он был жив, Наполеон бы его не победил!

16) Ах, да! Совсем забыла! По поводу «блицкрига». Это слово немцы полюбили во времена Гитлера, которого тогда ещё не было. В те времена и австрийская, и прусская армии были основаны на палочной дисциплине (в особенности прусская), а «немецкой армии», как говорится в тексте, ещё не было.

17) Ну а следующее высказывание вообще чудовищно:
«*Разгромив австрийские войска принца Карла у Ваграма на Дунае и сокрушив русскую армию Барклая при Аустерлице, маршал Бонапарт вступил в Вену без сопротивления.*»
а) Карл был не принц, а эрцгерцог.
б) Ваграмская битва была никак не 1805 году, а в 1809.
в) Русско-австрийской армией командовал Кутузов, но всё его командование сводилось к храпу на военном совете и выполнению прихотей молодого Александра I, желающего «выпендриться» перед своими австрийскими союзниками.
г) И, как уже было сказано, Наполеон не Маршал, а Император, и таковым и останется во веки веков! VIVAT IMPERATOR IN AETERNUM!!!

18) «*Одновременно генерал Массена занял Рим, арестовал папу и доставил его в Вену . . .* »
а) Чушь! Массена 19 мая 1804 г. был произведён в маршалы.
б) В 1805 году папу ещё не арестовывали. Это будет позже[2]. И привезён он был не в Вену, а в Париж, и не 1805 году — не после Аустерлицкого сражения 2 декабря, а к коронации 2 декабря 1804 года.

19) «. . . *Накануне Рождества престарелый император Фридрих отрёкся от престола, завещав его новому владыке франков, саксов и аллеманов — сорокалетнему герою Наполеону Бонапарту.*»
а) Фридрих — император[3] Прусский, а не Австрийский. А в 1805 году удар по Пруссии был ещё не нанесён. В 1805 году Фридрих и императрица Луиза[3] (по выражению самого Наполеона, «единственный мужчина в Пруссии») наивно полагали, что их прусская армия настолько сильна, что и в одиночку сможет победить «корсиканского выскочку». Прусские офицеры в порыве ненависти к императору ходили к французскому посольству точить шпоры о ступеньки. Так что никто от престола не отрекался. Ни Фридрих Гогенцоллерн, ни Франц II Габсбург.
б) Наполеон не был «владыкой франков, саксов и аллеманов», его официальный

[1] Военно-учебный лагерь, организован Наполеоном в 1801–1805 г. с целью подготовки вторжения в Англию через Ла-Манш. К августу 1805 г. в лагере находилось около 130 000 человек, 2300 десантных кораблей и плавсредств.

[2] В ночь с 5 на 6 июля 1809 года.

[3] На самом деле не император и императрица, а король и королева

титул звучал по-другому. Он был Императором французов.
в) В 1805 году Наполеону было не 40 лет. Зная, что Наполеон родился 15 августа 1769 года, путём несложных вычислений получим, что в 1805 году ему было 36 лет (35–36).

20) «. . . *Папа Пий 9 послушно увенчал* . . . »
Папа никого не увенчал. Наполеон, как известно, короновал себя сам, вырвав в последний момент корону из рук Папы. Это значило: он Император не божьей милостью, а своим талантом, упорством, трудолюбием.

21) «. . . *в том самом соборе св. Стефана* . . . »
Коронация происходила в Париже, в соборе Нотр-Дам.

22) «. . . *тут же помирился* . . . »
Ну да, тут же! Тут же, только после I Польской кампании, после страшной, кровавой битвы при Прейсиш-Эйлау, после Фридланда[1], где армия Бенигсена была раздавлена и опрокинута. Ну, да! Тогда, когда Наполеон дошёл до границ Российской империи, и, так сказать, угрожал её суверенитету, тогда-то Наполеон и решил помириться с бедолагой Александром. Этот момент в истории получил название встречи на Немане, когда правители Запада и Востока встретились на плоту на пограничной реке.

23) «. . . *встретившись в Эрфурте* . . . »
На Немане![2] В 1807 году, а не 1805!

24) «. . . *договорились о разделе Турецкого наследства*. . . , . . . *Константин* . . . *был назначен преемником султана Мехмеда 4 в Констанинополе; брат Наполеона — Люсьен — стал кесарем Великой Румынии на Дунае. Хитроумный маршал Массена был назначен королём Швеции и женился на сестре российского императора. Лучший из российских дипломатов — граф Михаил Сперанский — стал послом России в Париже и советником Наполеона в делах просвещения и науки.*»
а) Договорились об установлении континентальной блокады против Англии и о союзе Французской и Российской империй.
б) Константин никогда не был преемником султана, а тем более Мехмеда 4[3].
в) Люсьен от Наполеона не получил ничего, кроме высылки из страны за республиканские убеждения и критику политики брата. Люсьен в Румынии никогда не жил. Он жил сначала в Риме, занимаясь археологией и литературой, а позже перебрался в Америку (США).
г) Великой Румынии в те времена не было, а была Австрийская империя.
д) Хитроумный бывший контрабандист, маршал Массена преспокойно жил в Париже (иногда), остальное время воевал (Испания 1808 г. и др.), но королём Швеции он не был никогда, тем более не был женат на сестре российского императора. А вот маршал Бернадот (чтоб ему пусто было!) предал Наполеона и стал королём Швеции, но и он не был женат на русской принцессе. Его женой была Дезире Бернадот, урождённая Клари.

[1] 14 июня 1807 г.
[2] В Тильзите. Встреча в Эрфурте также была, но позднее, в сентябре–октябре 1808 г.
[3] Султан Мехмед 4 жил в 17 веке.

е) Сперанский хоть и понравился Наполеону во время встречи на Немане[1], но предателем он не был, как, собственно, и послом России во Франции. Послом был Куракин (и Толстой?).

25) «... *Солнечного короля — Луи 15* ... »
Луи 15 — не солнечный король, а неразумный монарх («После нас — хоть потоп!»). А вот Луи 14 — пожалуй, да.

26) «... *нужно одолеть их в долгом экономическом соревновании, а его не выиграть без участия лучших учёных мужей Европы!*»
Не выиграть и с лучшими учёными мужами! Политика континентальной блокады была в корне ущербна и нанесла вред французской экономике не меньший, чем английской; но у Британии было много богатых колоний, а свою значительную колонию Луизиану в Америке Наполеон продал США ещё в период консульства.

Кроме того, даже в государствах, управляемых родственниками Императора, в блокаде существовали бреши. Так, голландская армия Луи, брата Наполеона, была одета в английское сукно.

27) Франции и своих умов хватало!

28) «*Наполеон 1 вошёл в историю как Просвещённый Император; эта память жива поныне, когда мало кто помнит боевые победы удалого корсиканца.*»
Нет, скорее наоборот[2]. Победы до сих пор помнят, и будут помнить ещё очень долго, пока не переведётся род Homo Sapiens. Такое не забывается!

В наше время существуют люди, хранящие память о тех временах. Имя им — военно-исторические реконструкторы. Каждый год, при желании, можно лицезреть инсценировки Бородинского сражения, Эйлау, Аустерлица, Вязьмы, Малоярославца, переправы через Неман и множества манёвров. («Стойкий оловянный солдатик», «Майские манёвры» и т. п.)[3]

Вот и всё — о *личном* состязании московских и петербургских любимцев суровой дамы Истории. Командного первенства на турнире Ломоносова не бывает — так же, как на спортивных Олимпиадах. Но журналисты, конечно, интересуются: какие *школы* выглядят сильнее всех прочих, чем обусловлена их сила? Об этом говорят сухие цифры: 47 московских школ отмечены хотя бы одной похвальной грамотой за успехи своих питомцев на конкурсе по истории; 20 школ отмечены хотя бы дважды, 11 — трижды или больше. Только одна из московских школ — славная 57-ая, где есть и математические, и гуманитарные классы — устояла в равном соперничестве с Классической и Академической гимназиями Петербурга. А если учесть, что *половина* премий и *треть* похвальных отзывов

[1]Это произошло во время встречи в Эрфурте, Сперанский не был на встрече на Немане (в Тильзите).

[2]Из всех перечисленных в тексте учёных только Вольта и Фурье были знакомыми и фаворитами Наполеона. Эрстед, Лобачевский и Шампольон начали свою деятельность после ухода Наполеона. Инженера Фултона Наполеон не оценил, а Гаусса вообще не заметил: ведь это обычный немецкий математик из Ганновера — то есть подданный английского короля (Герцогство Ганновер принадлежало английскому королю Георгу 1), который никогда не станет патриотом Франции!

[3]Как нам стало известно, Аня Лаврёнова — участница таких военных инсценировок.

по Истории в 57 школе достались математикам — тогда польза *коллективного* и *много*научного развития школяров станет ясна даже самым простодушным руководителям. Ломоносову это было очевидно — но 300 лет спустя кое у кого вызывает сомнения. Если сомневаешься в результате, то попробуй *сделать* дело — и тогда сам поймёшь, стоит ли оно труда!

В заключение вспомним ещё одну «мелочь»: врата учёности впервые открылись перед Ломоносовым не в Москве и не в Петербурге, а в скромных Холмогорах. Какие центры российской глубинки могут и хотят играть сходную роль в наши дни? Кроме двух столиц, турнир Ломоносова уже третий год проводится в Оренбурге — также для всех желающих школьников[1]. В 2001 году на их долю пришлись 3 похвальных отзыва по истории; в 2002 году — уже 11 отзывов и 2 премии. Ясна ли вам тенденция, уважаемые читатели?

Жюри конкурса по истории не пользовалось формальными критериями определения победителей, решения о награждении грамотой «За успешное выступление на конкурсе по истории» и о присуждении балла многоборья принимались персонально по каждой работе.

КОНКУРС ПО АСТРОНОМИИ И НАУКАМ О ЗЕМЛЕ

Вопросы и комментарии подготовил д. ф.-м. н. Андрей Михайлович Романов — главный специалист Отделения физических наук Российской академии наук (romanov@gpad.ac.ru).

Вопросы

Отвечайте на **любые** из предложенных вопросов, которые Вам интересны. Достаточно дать правильные ответы на 4 вопроса. Больше — можно. При подведении итогов будут учтены количество правильных ответов, их полнота и Ваш класс (возраст).

1. На флагах каких стран можно увидеть созвездия? Какие страны (а их очень много!) имеют на своих флагах иную астрономическую символику? А на чьём флаге изображена двоичная система исчисления?

2. Предложите наиболее **простой** способ измерения высоты (с ошибкой не более 10%) Главного здания МГУ на Воробьёвых горах (или, если вы никогда не видели Главное здание МГУ, любого другого высотного здания). Предложите наибольшее число способов измерения высоты здания, основанных на **разных** физических принципах. Попробуйте сопоставить точность разных методов.

3. Если Земля круглая, то почему же мы этого в повседневной жизни, как правило, не замечаем? Как проще всего «увидеть» закругление земного шара? Можно ли заглянуть за горизонт? Далеко ли горизонт на других планетах?

[1] Несколько последних лет турнир проводится также и в Харькове, а последнее время — и в ряде других городов. Организаторы в этих городах самостоятельно проверяют работы и подводят итоги. Поэтому у нас нет возможности провести сравнение, которое может сделать только человек, прочитавший все сравниваемые работы.

4. Около Новой Зеландии есть острова Антиподов. Чем они так знамениты, что острова назвали в их честь, и где ещё эти самые антиподы встречаются?

5. Говорят: «ах, космические скорости!» А с какими небесными телами Вы сами могли бы посоревноваться в скорости или даже их обогнать?

6. Какими «астрономическими» единицами и системами счёта мы постоянно пользуемся в повседневной жизни? Какая денежная система, основанная на астрономических принципах, просуществовала до 2002 года?

7. М. В. Ломоносов, «Утреннее размышление о Божием величии» (1743 год):

«. . . Когда бы смертным столь высоко
Возможно было возлететь,
Чтоб к солнцу наше бренно око
Могло, приближившись, воззреть,
Тогда б со всех открылся стран
Горящий вечно Океан.
Там огненны валы стремятся
И не находят берегов;
Там вихри пламенны крутятся,
Борющись множество веков;
Там камни, как вода, кипят,
Горящи там дожди шумят. . . »

А почему Солнце бурлит? Согласны ли Вы с Ломоносовым?

8. Собирающее свойство линзы было известно ещё древним; шлифовка очковых линз известна в Европе не позднее 1280 года; и даже покровитель учёных св. Иероним (348–420) обычно изображается читающим в очках. Почему же для изобретения телескопа потребовалось ещё более 300 лет? Почему Галилей верил и настаивал, что его астрономические открытия — реальность, в то время как все прочие думали, что это просто оптический обман («втирание очков»)? Почему, увидев 7 января 1610 г. «свиту» Юпитера, он опубликовал своё открытие сразу же и самым широким образом, а вот результаты наблюдений Сатурна скрыл за анаграммой, которую много лет не расшифровывал? Тем не менее, так и не разгадав этой небесной загадки, он сделал о Сатурне удачное предсказание. Какое же?

9. «Есть ли жизнь на Марсе, нет ли жизни на Марсе, — наука не в курсе дела». Когда и кем это сказано? Что изменилось по существу к настоящему времени? Из песни: «Утверждают космонавты и мечтатели, что на Марсе будут яблони цвести». Как Вы полагаете, будут?

10. Вы получили «загадочную» шифровку в виде анаграммы: /SMVEMAJSUNPKO/. Сможете её прочитать?

Ответы и комментарии

к вопросам конкурса по астрономии и наукам о Земле

Ответ на вопрос № 1.

К сожалению, многие участники Турнира всё-таки путали созвездия и «звёздочки»: первое — это изображения (более или менее правдоподобные) реально наблюдаемых конфигураций звёзд на небе, а второе — условные наборы разного числа геометрических символов, прямого отношения к небу не имеющих.

Созвездия изображены на флагах всего нескольких стран мира. Наиболее «богатая» россыпь представлена на флаге Бразилии, где изображено целое небесное полушарие. Созвездие Южный Крест включено в государственные флаги южных английских доминионов: Австралии и Новой Зеландии. По соседству ещё три государства имеют его на своём флаге: Папуа Новая Гвинея, Самоа и Микронезия. Наконец, интересно упомянуть и такое известное и красивое созвездие, как Большая Медведица; оно тоже поместилось на флаге, правда не совсем государства, а всего лишь одного из штатов США — Аляска.

Самых разнообразных «звёздочек» на флагах действительно очень много. Например, 1 звезду имеют следующие страны: Вьетнам, Израиль, Иордания, КНДР, Гана, Буркина-Фасо, Гвинея-Бисау, Джибути, Зимбабве, Камерун, Либерия, Марокко, Мозамбик, Сенегал, Сомали, Того, ЦАР, Эфиопия, Куба, Суринам, Чили, Маршалловы острова, Науру. Несколько звёзд поместились на флагах государств: Босния и Герцоговина, Словения, Ирак, Китай, Мьянма, Сирия, Таджикистан, Бурунди, Кабо-Верде, ДР Конго, Сан-Томе и Принсипи, Гондурас, Гренада, Доминика, Панама, Сент Китс Невис, США, Венесуэла, Соломоновы острова, Тувалу.

«Иная астрономическая символика» — это, конечно, прежде всего Солнце, которое можно увидеть на следующих флагах: Македония, Бангладеш, Индия, Казахстан, Киргизия, Лаос, Япония, Намибия, Нигер, Аргентина, Уругвай, Палау; а Солнце в компании со звёздами — на флаге Филиппин. На флагах некоторых стран изображён восход солнца: Малави, Антигуа и Барбуда, Карибати.

В странах мусульманского мира на государственных флагах традиционно присутствует полумесяц, как символ ислама. Причём наблюдаются и определенные особенности в его положении, например, он может быть изображён стоймя (Мальдивы), или наклонно (Пакистан), наконец, лёжа (Мавритания, Непал; но это уже скорее ложе Будды, чем символ ислама). Месяц на флагах присутствует и в компании со звёздами: например, с одной (Турция, Азербайджан, Алжир, Тунис, Малайзия), или с несколькими, причём стоймя (Сингапур, Узбекистан).

Наверное жаль, что ни одно государство мира не поместило на свой флаг никаких изображений редких астрономических объектов, например, комет. Но зато эрудиты среди турломовцев не забыли упомянуть даже свастику — древнейший (более 5000 лет) символ Солнца и смены времён года, — символ, присутствовавший во всех индоевропейских культурах.

По поводу двоичной системы возникло, видимо, определённое замешательство. Всего 2 участника правильно ответили на эту часть вопроса, а именно, что она изображена на флаге Кореи. Действительно, в центре корейского флага помещён круг, разделённый на две взаимодополняющие и взаимопроникаю-

щие половины «инь» и «ян». Они символизируют вечную борьбу и неразрывное единство двух противоположных начал (сущностей), которые можно выделить в любых явлениях природы. Эти представления лежат в основе философии и религии даосизма, распространённой во всех странах Дальнего Востока, прежде всего в Китае. Кроме центрального символа, по краям корейского флага изображены характерные чёрточки, целые или разделённые пополам по системе (00, 01, 10, 11), что может служить прямым изображением именно двоичной системы счёта. Более полная система из 64 таких комбинаций из 6 чёрточек содержится в древнекитайской «Книге перемен».

Многие участники указывали на характерных вид флагов США, Греции и Уругвая, фон которых состоит из чередующихся белых и цветных полос (как на матрасе). В некотором приближении их тоже можно принять за изображение меандра или системы вида 01010101...

Типичные ошибки.

— На флаге СССР можно увидеть созвездие.
— Флаги почти всех стран Британского королевского союза.
— Клетчатый флаг на финише: чёрный — 0, белый — 1.
— Израиль — полумесяц.
— На флаге США можно обнаружить много созвездий.

Нетривиальные версии.

— Двоичная система мусульманских стран — звезда и лунный серп.
— На флаге России — орёл с двумя головами.
— Двоичная система исчисления изображена на флаге Всемирной ассоциации программистов (?)
— На флаге Бразилии изображено звёздное небо в день принятия независимости.
— На флаге футбольной команды «Сатурн-РенТВ» изображён Сатурн.
— На флагах присутствуют животные, а многие животные присутствуют в виде созвездий.
— На флаге Японии изображена звезда по имени Солнце.
— «Лучше, конечно, пять звёздочек».

Ответ на вопрос № 2.

Сама по себе задача об измерении высоты большого здания известна давно и существует в разных вариантах. Соответственно, и большинство обсуждаемых ниже способов также «не новы». Однако, именно Главное здание МГУ им. М. В. Ломоносова на Ленинских (Воробьёвых) горах существенно отличается от многих и многих иных высотных зданий. Соответственно, те, кто в данной задаче рассматривал «абстрактный небоскрёб» (типа WTC), неизбежно впадали в ошибки, скорее всего, превосходящие по своей величине требуемые в условии задачи 10% точности.

Все рассматриваемые способы условно можно разделить на геометрические и физические методы.

Наиболее часто в качестве самого простого геометрического способа предла-

гался такой: измерить высоту одного этажа, пересчитать все этажи и перемножить одно на другое. (Некоторые дотошные участники предлагали даже пересчитать все кирпичи). Но, во-первых, где гарантия, что высота разных этажей одинакова? (Для МГУ она точно разная). А во-вторых, ГЗ МГУ — не прямоугольный небоскреб, а пирамида сложной архитектурной формы, значительная часть которой вовсе не имеет этажей. Кроме верхнего шпиля, в ней имеются еще много других «внеэтажных» вставок. Только при условии высокой аккуратности в визуальных измерениях можно, наверное, определить данным способом высоту «равномерно-этажной» части здания, а затем сопоставить её с полной высотой и при этом не выйти за пределы заданной точности.

Не самый простой, но еще более распространённый способ — метод подобных треугольников, с помощью которого ещё Фалес, по преданию, измерил высоту египетских пирамид. Само подобие треугольников обеспечивается либо единой линией визирования на вершину шпиля и предмет известной высоты, либо по лини тени от Солнца. Как известно, для определения искомой высоты в большом треугольнике достаточно измерить основания в малом и большом треугольниках, а затем взять пропорцию относительно известной высоты малого треугольника. Метод, конечно, классический, можно надеяться, что не подведёт, но... Но опять-таки, в отличие от прямоугольного небоскрёба или любого иного отвесного обрыва в случае с пирамидой не ясно, как же измерить длину основания большого треугольника? Ведь её центральная точка (место на горизонтальной плоскости, куда проецируется её вершина) остаётся недоступной для нас. Если мы просто измерим расстояние до ближайшей стены ГЗ МГУ, то допустим большую ошибку, ведь вершина здания находится не только выше, но и дальше! (Некоторым облегчением данного противоречия может служить метод параллельного переноса измеряемого расстояния от ближайшей стенки до центра здания вбок от линии визирования, например, на параллельную улицу).

В случаях, когда нельзя измерить расстояния до основания объекта непосредственно, применяют метод треугольников на разном удалении. Не трудно заметить, что угол возвышения любого объекта уменьшается по мере нашего удаления от него. Таким образом, если измерить сначала угол возвышения шпиля ГЗ МГУ вблизи здания (но не подходя к нему вплотную), а затем — на большем удалении, и не забыть измерить то расстояние, на которое нам пришлось при этом «отодвинуться», то из системы двух треугольников с одной и той же высотой, но разными длинами, нетрудно получить формулу для искомой общей высоты. Данный метод вполне точен, хотя простым его, пожалуй, не назовёшь.

Близким по смыслу к рассмотренному является и метод горизонтальных параллаксов, тем более, что в астрономии метод параллаксов является основным методом измерения расстояний. Перемещаясь перпендикулярно направлению на интересующий нас объект, можно измерить, как меняется величина угла направления на него в зависимости от пройденного расстояния. Из треугольника, образованного двумя крайними положениями наблюдателя и верхней точкой здания, можно определить расстояние до неё по наклонной плоскости. А затем, измерив угол возвышения, наклонное расстояние уже можно перевести в высоту

всего здания.

Очень близок к методу параллаксов и «чисто астрономический» метод определения высоты здания по суточному движению светил. Состоит он вкратце в следующем: если от высокого здания отойти на достаточное расстояние к северу, то светила в южной стороне неба, очевидно, будут двигаться на фоне здания с востока на запад почти горизонтально. Суточное движение светил, видимое нами, отражает, как известно, собственное вращение Земли вокруг своей оси со скоростью 1 оборот за 24 часа. Можно найти (подобрать) такую точку на горизонтальной поверхности, что какое-нибудь светило (яркая звезда или планета) окажутся точно на линии, соединяющей наблюдателя и верхний конец шпиля здания. Тогда, двигаясь по поверхности земли на восток, можно так подобрать скорость своего «вышагивания», что выбранная нами звезда будет постоянно визуально совмещена со шпилем. Наше перемещение на восток в данном случае будет вполне аналогично нашему «суточному вращению» вокруг верхнего конца шпиля здания. Соответственно, измерив скорость такого перемещения, нетрудно определить радиус нашей «суточной орбиты», т. е. расстояние до верхушки шпиля (а по нему и по углу возвышения шпиля над горизонтом — и искомую высоту здания). Данный метод «по звёздам» более точен для светил, выбранных около небесного экватора, т. к. звёзды на высоких склонениях движутся тем медленнее, чем они ближе к полюсу мира. Кроме этого, при вычислениях по Солнцу нужно брать продолжительность солнечных суток (24 часа), по звёздам — звёздных суток (23 ч 56 мин), а при использовании Луны нужно учитывать её собственное движение.

Наверное последним чисто геометрическим способом измерения высоты здания (или иного возвышенного места), который мы здесь упомянем, является измерение величины понижения видимого горизонта при поднятии наблюдателя на большую высоту. Очевидно, однако, что измеряемый эффект ввиду огромных размеров земного шара очень мал, и данный метод никак нельзя назвать простым. Не думаю, чтобы кто-нибудь из учащихся смог бы реализовать такие измерения с требуемой по условиям задачи точностью.

Из физических методов наиболее общеизвестным является способ, использующий свободное падение предметов и позволяющий вычислить высоту падения по времени полета. Однако, помимо учёта сопротивления воздуха (на таких высотах и скоростях падения оно будет уже оказывать существенное влияние на измерения), о котором упоминали немногие, самым главным препятствием для «бросания камушков с крыши» будет опять-таки факт «неудобной» формы здания и недоступности самой верхней точки шпиля для нашего с Вами её непосредственного посещения. Ведь если кто-то хочет измерить высоту падения по времени падения, то «ронять» камушек во избежание ошибок нужно с нулевой начальной скоростью. Со шпиля МГУ в таком случае до земли ни один «камушек» не долетит, а потеряется по пути где-то на промежуточных крышах. Некоторые участники Турнира предлагали со шпиля построить такой балкончик, чтобы он выступал за периметр всего здания, — ну это уж совсем маниловщина!

Отчасти преодолеть данное противоречие (недоступность центральной точки) можно, переведя процесс падения в процесс подбрасывания. Дело в том, что как

раз недалеко от ГЗ МГУ в некоторые дни действительно случается «подбрасывание» предметов на высоту, даже несколько превышающую общую высоту всего здания. Во время государственных праздников минометы специального типа (именуемые также «салютницы») выстреливают вверх заряды фейерверка. Если установить (по техническим параметрам миномёта) скорость выстреливания заряда, то можно рассчитать высоту верхней точки его полета, а затем сравнивая залпы салюта со зданием ГЗ, прикинуть и его высоту. К сожалению, от этого метода трудно ожидать высокую точность результата.

Некоторые участники для измерения высоты здания предлагали использовать равномерное вертикальное движение. Многие упоминали лифт. В принципе такой подход также возможен, если известна скорость движения кабины лифта. Однако, во-первых, нужно помнить, что ни один лифт от земли до верхушки шпиля всё равно не ходит. Соответственно, это возвращает нас к методу измерения высоты здания «по частям». Во-вторых, движение скоростных лифтов на самом деле всегда очень неравномерное: они должны плавно разгоняться вначале и тормозиться в конце движения, а учесть эти эффекты аккуратно достаточно сложно.

Ряд школьников предлагал для реализации равномерного вертикального движения запустить рядом со зданием воздушный шарик и засечь время его подъёма до уровня шпиля. Может быть, может быть... (Желудкова Дарья: можно рассчитать среднюю скорость подъёма воздушного шара, например, с гелием). Нужно только независимо и достаточно точно измерить скорость подъёма такого шарика и быть уверенным, что во время полёта его не сдует в сторону какой-нибудь шальной порыв ветра (а около высоких зданий всегда ветрено).

Ещё можно высоту подъёма определить по барометрической формуле — так, как определяют высоту своего полёта на всех самолётах. Поскольку давление воздуха с высотой уменьшается по известному закону, то имея в руках барометр (на самолетах — альтиметр) и попав каким-либо образом (хотя и не понятно, каким) на верхушку шпиля, можно вычислить, на какую высоту относительно земли мы при этом поднялись. Возможно, что такое измерение удовлетворит и уровню требуемой точности.

Ещё более тонкий физический эффект, проявляющийся с высотой, состоит в том, что по мере подъёма мы удаляемся от центра Земли, а соответственно, при этом некоторым образом уменьшается и сила тяжести. Измерить уменьшение ускорения свободного падения с высотой теоретически можно с помощью эффекта замедления колебаний маятника, однако, достичь требуемой точности подручными средствами едва ли возможно.

Наиболее «продвинутые» школьники предлагали не мучаться вычислениями, а воспользоваться космическими навигационными системами («взять GPS»).

Наконец, напомним, что в условии задачи помимо всяких разнообразных способов измерения высоты требовалось указать и наиболее простой. По мнению автора, проще всего определить высоту ГЗ МГУ можно, если заметить, что все здание представляет собой по форме пирамиду с углом у основания 45 градусов. Убедиться в этом можно с помощью карандаша на вытянутой руке, гладя, например, со смотровой площадки. Соответственно, высота от основания до верхушки шпиля со звездой равна точно половине длины главного фасада здания,

которое нетрудно измерить шагами, что автор и сделал.

Типичные ошибки.
— Можно рассматривать ближайший к МГУ фонарный столб.
— Сравнить МГУ с Останкинской башней.
— Можно скинуть большую катушку ниток.
— Сфотографировать так, чтобы всё влезло.
— Рассчитать площадь здания и количество стройматериалов.
— Проползти с линейкой от начала до конца здания.
— Мерить, когда здание строится.
— Прищурив взгляд, пальцем замерить высоту здания.
— Возьмем монетку, чтобы её размер совпадал со зданием.
— Посчитать количество кирпичей по вертикали.
— Высотку можно измерить из космоса по отбрасываемым теням.

Критерии проверки и награждения

Ответ на каждый вопрос оценивался в баллах; баллы, полученные участником за все ответы на вопросы конкурса по астрономии, суммировались. Оценка за каждый ответ, в свою очередь, складывалась из баллов, полученных за существенные и указанных в ответе факты, объекты, обстоятельства и т. п. Их перечень (разумеется, неполный) и примерная «стоимость» в баллах приведены в таблице.

Вопрос 1.	
Созвездия — за каждое правильное название	1
Астросимволы — за каждое правильное указание, что изображено	0,5
Двоичная система (Корея)	3
Вопрос 2.	
Метод подобных треугольников	1
Указана недоступность центральной точки	2
Метод треугольников на разном удалении	2
Время свободного падения при недоступности верхней точки	2
Барометрическая формула	2
Замедление маятника	2
По суточному движению светила	2
Пирамида 45 градусов	2
Итого	15
Вопрос 3.	
Указаны правильные размеры Земли	1
Понижение горизонта на высоких точках	2
Опускание под горизонт кораблей, гор	2
Изменение высоты светил в зависимости от широты	1
Круглая тень при лунном затмении	1
Рефракция, миражи	2
Радиосвязь	1
Поясное время, самолёты, телепередачи, телефон	2
Вид из космоса	1
Обратное изображение горизонта	2

Отсутствие горизонта на планетах без твёрдой поверхности	2
Отсутствие горизонта на Венере (суперрефракция)	2
Итого	16
Вопрос 4.	
Положение относительно Гринвича	1
Понятие об антиподах в космографии	2
Наличие антиподов для иных материков	3
Итого	6
Вопрос 5.	
Понятие об относительности движения	1
Правильные примеры скоростей небесных тел	2
Правильные примеры нашей скорости в разных сист. отсчёта	2
Движение Солнца относительно барицентра	2
Опережение суточного вращения, орбитальное движение	2
Итого	9
Вопрос 6.	
Временная шкала (час, минута, секунда)	2
Календарь (месяц, год)	1
Метр, правильное определение	2
Градусная мера углов	1
Фунты, шиллинги, пенсы	2
Итого	8
Вопрос 7.	
Понятие о переносе энергии	1
Понятие о конвекции	2
Движения плазмы на поверхности Солнца	2
«горящий», «камни, как вода», «дожди»	1
Итого	6
Вопрос 8.	
Двухлинзовая система	1
Научный анализ, конструирование	2
Верификация изображений	2
Кольца Сатурна	1
Итого	6
Вопрос 9.	
Лектор «Карнавальная ночь»	1
Проблема «марсиан» (Скиапарелли, Уэллс)	2
Физические условия на поверхности Марса	2
Эксперимент «Викингов»	2
Новые формы жизни	2
Итого	9
Вопрос 10.	
Прямо сказано, что речь идёт о структуре Солнечной системы	1
Правильно названы по именам 9 больших планет	1
Пояс астероидов	1
Пояс Койпера или зона короткопериодических комет	1
Облако Оорта	1
Итого	5

Критерии награждения (по сумме баллов за все задания конкурса).

Класс	балл многоборья (e)	грамота за успешное выступление (v)
$\leqslant 7$	2	3
8	3	4
9	4	5
10	4	6
11	4,5	6

КИЕВСКИЙ

2001

XXIV ТУРНИР им. М. В. ЛОМОНОСОВА

30 сентября 2001 г.

ОТЧЕТ

Ломоносовский турнир проводится в Москве[1] ежегодно в конце сентября — начале октября («математически»–точное правило определения дня проведения турнира — «последнее воскресенье перед первой субботой октября[2]» — возникло в связи с тем, что первая суббота октября — традиционный день начала занятий Малого мехмата (математических кружков для школьников в МГУ); 1 неделя — это как раз время, за которое школьники не успевают про это забыть[3], а организаторы (они же руководители кружков) успевают немного отдохнуть. Тем самым следующий, **25-й Ломоносовский турнир состоится 29 сентября 2002 года**.

Участником может стать *любой* школьник (задания ориентированы на учеников 6–11 классов, но никаких запретов и ограничений для остальных нет). Турнир организован так: одновременно в нескольких аудиториях проводятся конкурсы по разным предметам (традиционно это математика, физика, химия, история, биология, лингвистика, астрономия и науки о Земле, в этом году впервые был организован конкурс по литературе). Участники могут в любой момент приходить в любую аудиторию, взять задания, порешать их (самостоятельно выбирая задачи и решая, сколько времени на них потратить), сдать работу и идти на следующий конкурс. Жюри в этот момент только следит за порядком и отвечает на вопросы.

Торжественое закрытие и награждение проходит примерно через 2 месяца. За это время жюри проверяет работы (а их больше 10 тысяч!) и подводит итоги. Авторы хороших работ получают грамоты «*За успешное выступление на конкурсе по* ... (название предмета)». По доброй традиции жюри не предъяв-

[1] а последние несколько лет — и в других городах: Харькове, Оренбурге, Санкт-Петербурге и др.

[2] И это вовсе не обязательно последнее воскресенье сентября!

[3] Всем участникам турнира в Москве раздаётся подготовленное оргкомитетом расписание олимпиад и бесплатных кружков по различным предметам на начинающийся учебный год.

ляет к работам никаких «олимпиадных» и «профессиональных» требований — достаточно, чтобы рабочей группой по предмету (состоящей из аспирантов, студентов, школьных учителей, руководителей кружков, научных сотрудников) работа была признана **хорошей** (грязь, плохой почерк, грамматические ошибки и т. п. жюри при оценке работ не учитывает, но и не одобряет). За некоторые из остальных работ даётся «балл многоборца» (за 2 или больше таких балла (по разным предметам) даётся грамота «*За успешное выступление на конкурсе по многоборью*». Всем школьникам, которые участвовали в турнире в Москве и правильно указали свой почтовый адрес и *индекс*[1], оргкомитет разослал открытки с оценками по каждому заданию по каждому предмету (по традиции буквой v обозначается успешное выступление (от слова Victoria — победа), буквой ε — баллы многоборья[2]). Грамоты за успешное выступление хотя бы по одному предмету обычно получает примерно 1/3 участников; в этом году «рекорд» (пять предметов) поставил один участник, грамоты по четырём предметам получили чуть больше 10 школьников.

Турнир никогда не преследовал соревновательных целей, здесь нет традиционных для олимпиад 1, 2 и 3 мест. Однако это не мешает некоторым школьникам писать очень хорошие работы — практически всё напечатанное в этом сборнике задач и решений турнира так или иначе было упомянуто школьниками в своих работах по разным предметам — «коллективный» научный уровень участников оказался очень высоким, и это очень приятно отметить.

Следующий турнир будет 25-м по счёту. Этот юбилей, конечно, нужно отметить. Книжка про 25-й турнир выйдет через несколько месяцев после самого турнира, поэтому там этот юбилей будет отмечать уже поздно, правильнее его отметить здесь.

18 октября 1978 г. с 21–15 до 23 часов происходила историческая встреча, на которой было принято историческое решение о проведении Турнира им. М. В. Ломоносова. Встреча произошла возле памятника В. И. Ленину на перроне Киевского вокзала. Во встрече приняли участие: Аркадий Вайнтроб, Н. Н. Константинов, Николай Репин и Виктор Тяхт.

Судьбы участников этой встречи сложились по разному. **Киевский вокзал** вполне заслуженно попал на обложку этой книжки. Николай Николаевич Константинов с тех пор остаётся бессменным председателем оргкомитета Ломоносовского турнира. Николай Репин окончил 57 школу в 1976 г., затем окончил мехмат МГУ, работал в 179 школе, сейчас занимается телекоммуникациями и сотовыми телефонами (без которых, кстати, не обойтись нынешнем оргкомитету турнира, а также и участникам и их родителям — в последние годы на подобных мероприятиях к традиционному «школьному» шуму добавился «перезвон» мобильных телефонов). Аркадий Вайнтроб окончил Колмогоровский интернат в 1978 г., учился сначала в МИИТе, затем на мехмате МГУ, был популярным учителем (учеников его классов называли «тропиками») в 57 школе, сейчас работает в Америке. Виктор Тяхт — выпускник 179 школы, окончил МИФИ, работал в 179 школе.

[1] письма без индекса почта возвращает обратно

[2] почему именно ε — уже никто не помнит

Всего в 24 Ломоносовском турнире приняли примерно 5500 школьников, из них 3500 — в Москве, включая пригороды (особенно активными и результативными оказались города Черноголовка и Раменское) и более дальние города, посёлки, деревни (всего больше 40), 120 — в Санкт-Петербурге, 880 — в Оренбурге и примерно 1000 — в Харькове.

Ниже приводится таблица результатов участников турнира 2001 года в Москве и Московском регионе, получивших грамоты за успешное выступление по трём предметам и более (включая многоборье). К сожалению, опубликовать результаты всех участников, награжденных грамотами за успешное выступление, не представляется возможным из-за огромного объема информации. Но полную таблицу результатов можно посмотреть в интернете по адресу http://www.mccme.ru/olympiads/turlom/2001.

Названия предметов:

МА — математика, МИ — математические игры,
ФИ — физика, ХИ — химия,
БИ — биология, АС — астрономия и науки о Земле,
ЛИ — лингвистика, ИС — история,
ЛТ — литература, МН — многоборье.

Фамилия, Имя	Кл.	Школа №	Город	Грамоты				
6 класс								
Бородинов Николай	6	шк. 1189	Москва	МА	БИ	ЛИ		
Власова Мария	6	шк. 444	Москва	МА	ФИ	БИ		
Гнеушев Кирилл	6	шк. 1189	Москва	МА	ФИ	БИ		
Пахомов Федор	6	шк. 17	Королёв	МА	ФИ	БИ	ИС	
Реморов Александр	6	шк. 1514	Москва	МА	ФИ	АС		
7 класс								
Анохина Александра	7	шк. 1040	Москва	МА	БИ	МН		
Арабули Георгий	7	шк. 26	Москва	МА	АС	ИС		
Гаврилив Александр	7	шк. 82	Черноголовка	МА	АС	ИС		
Горбанев Никита	7	шк. 1199	Москва	МА	ЛИ	МН		
Засыпкина Ирина	7	шк. 2	Москва	МА	ФИ	ЛИ		
Киселев Александр	7	шк. 1189	Москва	МА	БИ	АС	МН	
Колобков Дмитрий	7	шк. 1514	Москва	МА	ЛИ	ИС		
Медянкин Никита	7	шк. 1514	Москва	МА	БИ	АС	ЛИ	ИС
Простов Михаил	7	шк. 151	Москва	ФИ	АС	ЛИ		
Соловьева Надежда	7	шк. 1199	Москва	МА	АС	ЛИ		
8 класс								
Арабули Шота	8	шк. 2	Москва	АС	ЛИ	ИС		
Виноградов Игорь	8	шк. 444	Москва	АС	ЛИ	МН		
Горьков Алексей	8	шк. 1512	Москва	МА	БИ	АС		
Королькова Юлия	8	шк. 1514	Москва	МА	ФИ	АС		
Куравский Михаил	8	шк. 1	Жуковский	ХИ	БИ	АС		
Кучелёв Денис	8	шк. 463	Москва	МА	БИ	ЛИ		
Трепалин Андрей	8	шк. 82	Черноголовка	МА	ХИ	БИ	МН	
Филимонова Татьяна	8	шк. 218	Москва	БИ	ЛИ	ЛТ		
Чепарухин Александр	8	шк. 1199	Москва	ФИ	ХИ	АС		
9 класс								
Абрамчук Сергей	9	шк. 654	Москва	МА	ХИ	МН		
Баштанов Алексей	9	шк. 57	Москва	МА	ХИ	ЛИ		

Фамилия, Имя	Кл.	Школа №	Город	Грамоты			
Борзов Виктор	9	шк. 1189	Москва	МА	ФИ	ХИ	
Витлина Марина	9	шк. 1199	Москва	БИ	ИС	ЛТ	
Вьялков Василий	9	шк. 4	Королёв	ФИ	АС	МН	
Галкин Иван	9	шк. 1414	Москва	МА	ФИ	ХИ	
Губанов Глеб	9	шк. 1	Жуковский	МА	ФИ	ХИ	
Гусак Галина	9	шк. 1	Протвино	БИ	ЛИ	ЛТ	
Долотовская Софья	9	шк. 520	Москва	ХИ	БИ	ЛИ	
Есаулов Александр	9	шк. 1199	Москва	АС	ИС	МН	
Ефанова Юлия	9	шк. 2	Химки	БИ	ЛИ	МН	
Зайцева Елена	9	шк. 1	Жуковский	МА	ХИ	БИ	
Иванов Михаил	9	лиц. –	Протвино	МА	ФИ	МН	
Кислый Александр	9	шк. 91	Красногорск	МА	ФИ	ЛИ	
Комарова Елена	9	шк. 654	Москва	МА	БИ	МН	
Корольков Василий	9	шк. 363	Москва	ХИ	АС	МН	
Морчадзе Александр	9	шк. 537	Москва	МА	ХИ	БИ	
Нагаева Ольга	9	шк. 5	Москва	МА	БИ	МН	
Орлинская Галина	9	шк. 1414	Москва	ФИ	ХИ	МН	
Орлова Наталья	9	шк. 1189	Москва	МА	ФИ	БИ	
Осадчиев Александр	9	шк. 91	Москва	МА	ФИ	ИС	МН
Пугач Алексей	9	шк. 91	Москва	МА	ХИ	ЛИ	
Пылаева Екатерина	9	лиц. –	Протвино	ФИ	БИ	ЛИ	
Рисенберг Дмитрий	9	шк. 57	Москва	ФИ	ХИ	БИ	АС
Шаныгина Татьяна	9	шк. 1189	Москва	МА	БИ	МН	
Швец Пётр	9	шк. 57	Москва	МА	ХИ	АС	
10 класс							
Батищев Павел	10	шк. 19	Королёв	ФИ	ХИ	БИ	
Быстрова Анна	10	шк. 2	Раменское	МА	ХИ	ЛИ	
Коваль Дмитрий	10	шк. 2	Москва	БИ	АС	МН	
Колышев Дмитрий	10	шк. 1	Жуковский	МА	ФИ	АС	
Максимов Андрей	10	шк. 1514	Москва	МА	ФИ	ИС	МН
Минаева Юлия	10	шк. 1189	Москва	МА	ФИ	ЛИ	
Мясин Илья	10	шк. 1947	Москва	БИ	ЛИ	МН	
Очередько Алексей	10	шк. 444	Москва	МА	БИ	АС	
Пронин Павел	10	шк. 1862	Москва	АС	ЛИ	ИС	
Редькин Виталий	10	шк. 1624	Москва	АС	ИС	МН	
Розов Илья	10	шк. 1567	Москва	МА	ФИ	БИ	
Соловейчик Илья	10	шк. 1516	Москва	ФИ	ХИ	АС	
Щербаков Алексей	10	шк. 7	Раменское	ФИ	АС	ЛИ	
11 класс							
Ананьев Кирилл	11	шк. 1173	Москва	МА	ФИ	ИС	
Бучок Лариса	11	гим. –	Раменское	МА	ЛИ	ЛТ	
Грошева Александра	11	шк. 1567	Москва	БИ	АС	ЛИ	
Дубровин Евгений	11	гим. –	Сергиев Посад	ФИ	ХИ	БИ	
Коротеев Александр	11	шк. 539	Москва	МА	ФИ	АС	
Леонов Глеб	11	шк. 218	Москва	МА	БИ	МН	
Лысов Иван	11	шк. 91	Москва	МА	ФИ	АС	ИС
Одиноков Алексей	11	шк. 1173	Москва	МА	ФИ	БИ	АС
Смирнов Владимир	11	шк. 1173	Москва	МА	ФИ	АС	

В таблице использованы следующие сокращения.

Населенные пункты (за исключением Москвы и областных центров; МО — Московской области):

Жуковский — г. Жуковский МО,

Королёв — г. Королёв МО,

Красногорск — г. Красногорск МО,
Протвино — г. Протвино МО,
Раменское — г. Раменское МО,
Сергиев Посад — г. Сергиев Посад МО,
Химки — г. Химки МО,
Черноголовка — г. Черноголовка МО.

Основную финансовую поддержку Турниру оказали Московский комитет образования и Международная Соросовская программа образования в области точных наук, организационную поддержку — Московский центр непрерывного математического образования (МЦНМО). В Москве Турнир проводился в МАИ, МГУ, СТАНКИНе, МИЭМе, школах и гимназиях №№ 444, 520, 905, 602(Зеленоград), 1018(Солнцево), 1299, 1567, 1580, 1678; в организации мероприятия и работе жюри также приняли участие сотрудники, учащиеся, выпускники Института Лингвистики РГГУ, МФТИ, МИОО, Московской государственной пятьдесят седьмой школы, Московской гимназии на Юго-Западе № 1543, Лицея «Вторая школа», Турнира городов, Малого мехмата МГУ и др.; в Оренбурге турнир был организован и проведён Оренбургским государственным педуниверситетом, в Харькове — физико-математическим лицеем № 27, в Санкт-Петербурге — Академической и Классической гимназиями.

В интернете по адресу http://www.mccme.ru/olympiads/turlom опубликованы электронные материалы турниров этого года и предыдущих лет.

КОНКУРС ПО МАТЕМАТИКЕ

Задачи

Грамотами за успешное выступление на конкурсе по математике награждались школьники, решившие 2 или больше задач в варианте. Задача считалась решённой, если за неё была выставлена оценка ± или лучше. Задача №1 из варианта 6–7 классов считалась решённой, если оценка ± или лучше была поставлена за 4 или больше пунктов.

6–7 классы

1. Можно ли расположить 12 одинаковых монет вдоль стенок большой квадратной коробки так, чтобы вдоль каждой стенки лежало ровно

а) по 2 монеты;
б) по 3 монеты;
в) по 4 монеты;
г) по 5 монет;
д) по 6 монет;
е) по 7 монет?

(Разрешается класть монеты одну на другую.) В тех случаях, когда это возможно, нарисуйте, как это сделать. В остальных случаях докажите, что так расположить монеты нельзя.

2. В группе из 50 ребят некоторые знают все буквы, кроме «р», которую просто пропускают при письме, а остальные знают все буквы, кроме «к», которую тоже пропускают. Однажды учитель попросил 10 учеников написать слово «кот», 18 других учеников — слово «рот», а остальных — слово «крот». При этом слова «кот» и «рот» оказались написанными по 15 раз. Сколько ребят написали своё слово верно? Ответ обоснуйте.

3. Лёша и Ира живут в доме, на каждом этаже которого 9 квартир (в доме один подъезд). Номер этажа Лёши равен номеру квартиры Иры, а сумма номеров их квартир равна 329. Каков номер квартиры Лёши? Ответ обоснуйте.

4. Сумасшедший кассир меняет любые две монеты на любые три по вашему выбору, а любые три — на любые две. Сможете ли вы обменять у него 100 монет достоинством 1 рубль на 100 монет достоинством 1 форинт, отдав ему при обмене ровно 2001 монету? Ответ обоснуйте.

8–9 классы

1. Разрежьте данный квадрат по сторонам клеток на четыре части так, чтобы все части были одинакового размера и одинаковой формы и чтобы каждая часть содержала по одному кружку и по одной звёздочке.

2. На столе лежат четыре одинаковые монеты. Разрешается двигать монеты, не отрывая их от стола. Нужно расположить

монеты так, чтобы можно было положить на стол пятую монету такого же размера, касающуюся этих четырёх. (Кроме данных четырёх монет пользоваться другими предметами и измерительными приборами запрещается!)

3. Незнайка думает, что только равносторонний треугольник можно разрезать на три равных треугольника. Прав ли он?

4. Петя вынимает из мешка чёрные и красные карточки и складывает их в две стопки. Класть карточку на другую карточку того же цвета запрещено. Десятая и одиннадцатая карточки, выложенные Петей, — красные, а двадцать пятая — чёрная. Какого цвета двадцать шестая выложенная карточка?

10–11 классы

1. Основание пирамиды Хеопса — квадрат, а её боковые грани — равные равнобедренные треугольники. Буратино лазил наверх и измерил угол грани при вершине. Получилось 100°. Может ли так быть?

2. На столе лежат четыре одинаковые монеты. Разрешается двигать монеты, не отрывая их от стола. Нужно расположить монеты так, чтобы можно было положить на стол пятую монету такого же размера, касающуюся этих четырёх. (Кроме данных четырёх монет пользоваться другими предметами и измерительными приборами запрещается!)

3. Пятизначное число называется неразложимым, если оно не раскладывается в произведение двух трёхзначных чисел. Какое наибольшее число неразложимых пятизначных чисел может идти подряд?

4. Три равных треугольника разрезали по разноимённым медианам (см. рис.). Можно ли из получившихся шести треугольников сложить один треугольник?

5. Все коэффициенты многочлена $P(x)$ — целые числа. Известно, что $P(1) = 1$ и что $P(n) = 0$ при некотором целом положительном n. Найдите n.

Решения задач конкурса по математике

6–7 классы

1. Ответ: а), е) нет; б), в), г), д) да.

а) Так как по условию все монеты нужно положить вдоль стенок, и каждой стенки касается ровно две монеты, то общее количество монет — не больше 8.

б)–д) Примеры требуемых расположений приведены на рис. 1.

е) Заметим, что монета не может касаться двух противоположных стенок коробки. Поэтому общее число монет, касающихся двух противоположных стенок равно $7 + 7 = 14 > 12$.

2. Ответ: 8. Слово «крот» не написал правильно никто, потому что никто не умеет писать одновременно и букву «р» и букву «п». Слово «рот» или «кот» должны были написать $10 + 18 = 28$ человек. Заметим, что были написаны

Рис. 1.

только слова «рот», «кот» и «от». Первые два слова были написаны по 15 раз, поэтому слово «от» написали $50 - 15 - 15 = 20$ ребят из 28. Значит, только 8 ребят справились со своей задачей.

3. Ответ: 215. Пусть Лёша живёт на этаже с номером Э в квартире 9Э−К. Тогда Ира живет в квартире Э и по условию Э+9Э−К=10Э−К=329. Поскольку $0 \leqslant K \leqslant 8$, то получаем единственное решение $K = 1$, Э=24. Поэтому Лёша живёт в квартире с номером 9Э−К=296.

4. Ответ: нет, не может. Если Петя меняет две купюры на три, то количество купюр у него увеличивается на одну. Пусть он произвел N таких обменов. Отдал банкомату $2N$ купюр. Чтобы сохранить общее число купюр, Петя вынужден совершить столько же обменов трех купюр на две. При этом он отдаст банкомату еще $3N$ купюр. Всего он отдаст, таким образом, $2N + 3N = 5N$ купюр. Но 2001 не делится на 5.

8–9 классы

1. Один из возможных способов разрезания указан на рисунке.

2. Положим 4 монеты «ромбиком», как показано на рис. слева. Далее будем

перекладывать их как показано на том же рисунке. Полученная в итоге конфигурация (справа) удовлетворяет условию.

3. Ответ: Незнайка неправ. Возьмем прямоугольный треугольник ABC, где $\angle A = 30°$. (см. рис.) Пусть D — середина гипотенузы AB. Разрежем треугольник по перпендикуляру DE к гипотенузе ($E \in AC$) и по отрезку EB. Мы получили три прямоугольных треугольника. Треугольники ADE и EDB равны по двум катетам ($AD = DB$, DE — общая), а треугольники EBD и EBC равны по катету и гипотенузе (DB=CB, BE — общая).

4. Ответ: красная. Заметим, что положения, когда сверху лежат две карты одного цвета, и положения, когда сверху лежат две карты разного цвета, чередуются. Поскольку 10-я и 11-я карты — красные, то после того как была положена 11-я карта, сверху лежали две карты одного цвета (красные). Значит, и после того, как была положена 25-я карта (как и любая карта с нечетным номером), сверху оказались две карты одного цвета. Так как 25-я карта черная, то две верхние карты — черные. Поэтому, следующая, 26-я карта может быть только красной (на черную карту можно положить только красную).

10–11 классы

1. Ответ: нет, так быть не может. Заметим, что треугольники ABE и ABO — равнобедренные с равными основаниями. При этом $AE > AO$ и $AB > AO$ (поскольку ребро пирамиды меньше своей проекции на основание). Поэтому $\angle AEB < \angle AOB = 90°$ (диагонали квадрата пересекаются под прямым углом).

2. Смотрите решение задачи №2 для 8–9 классов.

3. Ответ: 99. Заметим, что все числа, делящиеся на 100, являются разложимыми. Поэтому более 99 неразложимых чисел подряд быть не может. С другой стороны, между числами $100 \cdot 100$ и $100 \cdot 101$ все числа неразложимые, и их ровно 99.

4.

5. Ответ: $n = 2$. Воспользуемся тем, что $P(x) - P(y)$ делится на $x - y$. Отсюда $P(n) - P(1) = -1$ делится на $n - 1$. Значит, $n - 1 = \pm 1$. Откуда $n = 0$ или 2. Поскольку мы ищем натуральный корень, то решение единственное: $n = 2$.

КОНКУРС ПО АСТРОНОМИИ И НАУКАМ О ЗЕМЛЕ

Вопросы и комментарии подготовил к. ф.-м. н. Андрей Михайлович Романов — главный специалист Отделения общей физики и астрономии Российской академии наук (romanov@gpad.ac.ru).

Вопросы

Из предложенных 12 вопросов по астрономии и наукам о Земле можно отвечать на **любое** количество из тех, которые Вам интересны. Для получения премии достаточно будет написать правильные ответы на любые 4 вопроса. Больше — можно. При подведении итогов будут учтены количество правильных ответов, их полнота и Ваш класс (возраст).

1. Вы решили попутешествовать по Солнечной системе и для этого сели верхом на комету Галлея. Опишите Ваши дальнейшие впечатления.

2. Могут ли разные части одного небесного тела вращаться в разные стороны?

3. К. Чуковский: «Вот была потом забота за Луной нырять в болото и гвоздями к небесам приколачивать». А и впрямь, может ли Луна на небе остановиться? Стоит ли на одном месте Солнце? Насколько неподвижны «неподвижные» звёзды?

4. Как говорят, Человечество уже стало фактором планетарного масштаба. Какие Вы можете привести примеры, когда воздействие современной индустриальной цивилизации на те или иные процессы на Земле сопоставимо с естественными причинами или превосходит их?

5. Почему круглую форму имеют песчинки, капельки, колобки, пельмени, мыльные пузыри, воздушные шары, Луна, Солнце? Имеет ли Земля форму шара? Все ли небесные тела круглые?

6. Имена каких людей можно встретить на астрономическом небе? Какой в 2001 г. астрономический юбилей? Какие Вы знаете имена «спонсоров» астрономии?

7. В какую сторону света ориентированы следующие сооружения (не обязательно все, хотя бы некоторые) и почему:

Большой Сфинкс (Египет, около 2700 г. до н. э.),
Стоунхендж (Британия, около 2000 г. до н. э.),
храм Соломона (Иерусалим, 950 г. до н. э.),
Колизей (Рим, 80 г.),
Айя-София (Стамбул, 565 г.),

Боробудур (остров Ява, около 800 г.),
храм Воинов (Чичен-Ица, 10–16 века),
квадрант Улугбека (Самарканд, 1425 г.),
собор Святого Петра (Рим, 1506–1612 г.),
Пулковская обсерватория (Санкт-Петербург, 1839 г.),
Главное здание МГУ им. М. В. Ломоносова (Москва, 1953 г.),
мечеть на Поклонной горе (Москва, 1995 г.)?

А в какую сторону спускается Большая Одесская («Потёмкинская») лестница (1826–1841 г.) ?

8. У короля Португалии Жуана 2 в 1483 г. Колумб встретил весьма скептическое (и это мягко сказано) отношение к своему предложению. В чём изначально состояла главная ошибка Колумба? В чем заключалась истинная причина обвинения и ареста Колумба после его возвращения из Америки? Какие принципиально важные астрономические измерения выполнили во время своих путешествий Колумб и Кук?

9. С 1998 г. успешно работает космический интерферометр, у которого один радиотелескоп диаметром 64 м находится под Москвой (город Калязин), а другой — на борту высокоорбитального спутника VSOP (Япония, 8 м). Оцените продольные и поперечные размеры квантов излучения, которые данный интерферометр принимает на длине волны 18 см от далёких квазаров.

10. Астрономы активно обсуждают проблему «скрытой массы во Вселенной» и фундаментальные открытия, сделанные в 2001 г. Что, где и почему от нас «скрывают»? Что это означает для Вселенной в целом?

11. В некой галактической цивилизации придумали такой способ межзвёздных перелетов: на старте космонавта «сканируют» по отдельным атомам, а на конечном пункте его вновь «собирают» из атомов, имеющихся в наличии. Это позволяет избежать транспортировки самого вещества, а только передавать информацию обо всех найденных («считанных») структурах. Сколько и каких потребуется атомов для такой процедуры? Какие основные проблемы такой технологии Вы можете указать?

12. Инквизиция обвинила в ереси (инакомыслии) и 17 февраля 1600 г. сожгла на костре Джордано Бруно. Какие его идеи нашли своё подтверждение за прошедшие 400 лет, а какие, на Ваш взгляд, оказались ошибочными?

Ответы и комментарии к вопросам конкурса по астрономии и наукам о Земле

Вопрос № 1. *Вы решили попутешествовать по Солнечной системе и сели для этого верхом на комету Галлея. Опишите Ваши дальнейшие впечатления.*

Комментарий. У некоторых участников конкурса с самого начала возник совершенно справедливый вопрос: а можно ли вообще на это самое ядро сесть, да ещё верхом? Очевидно, что аналогии с пушечным ядром, на котором в своё

время с таким блеском восседал барон Мюнхаузен, в данном случае несколько неуместны. Многие верно указывали фактические **размеры ядра** кометы Галлея, которые были определены в ходе космического эксперимента «ВЕГА». Это был первый в истории человечества случай, когда миссиями СССР, Европы и Японии непосредственно наблюдалось ядро кометы. По результатам съёмки советских космических аппаратов, ядро имеет весьма неправильную форму (как говорят сами исследователи, оно похоже на стоптанный башмак) и размеры 16×8 км. Это примерно две Джомолунгмы вместе по объёму или вся Москва по площади поверхности. Так что сесть «верхом» на этот объект будет весьма непросто.

Видимый горизонт на поверхности ядра будет достаточно близким — в среднем около 150 м, однако его поверхность крайне неровная. Помимо собственной неправильной формы, на поверхности ядра имеются кратеры размером от километра и меньше, образовавшиеся, по-видимому, при столкновениях с другими обломками ядер комет, метеороидов, или из-за взрывов собственных газов. Очевидно, что на меньших масштабах, в сотни и десятки метров, поверхность ядра будет крайне изрытой, и приятный пикник тут вряд ли получится. (Из работ: «Путешествие не будет особенно комфортабельным»).

Закончив геометрические рассмотрения, перейдём к **физическому взгляду** на ядро кометы Галлея. Масса ядра оценивается в $6 \cdot 10^{17}$ г, или на 10 порядков меньше, чем у Земли ($M_З = 6 \cdot 10^{27}$ г). Ускорение свободного падения составит 0,16 см/с^2 (в 6000 раз меньше земного), а первая космическая скорость у ядра кометы Галлея — около 2 м/с. Это значит, что плавно поводя руками, можно любые предметы запускать в качестве спутников в космос. Прыгать на ядре также не рекомендуется. Во-первых, запросто слететь можно, а во-вторых, провалиться (см. далее).

Про ядро известно также, что оно вращается вокруг своего центра тяжести и малой оси с периодом около 53 часов. На дальнем кончике ядра с учётом большего расстояния от центра (10 км) космонавт массой 100 кг будет весить всего около 4 г (пакетик чая + кусочек сахара), а его линейная скорость за счёт вращения ядра составит 0,3 м/с, так что центробежное ускорение ещё на 10% уменьшит его «вес».

Как многим известно, ядра комет в основном состоят из льда (H_2O), сухого льда (CO_2), замёрзших газов (метан, аммиак и др.), с включением космической пыли и каменистого материала. Плотность ядра кометы может составлять около 1 г/см^3 в центре и до 0,5 г/см^3 вблизи поверхности, что на Земле соответствует смеси снега со шлаком. Наиболее употребительным образом, которым астрономы характеризуют внешний вид ядер комет, служит подтаявший сугроб, покрытый коркой грязи. По мере испарения с поверхности кометы лёгких газов, более тугоплавкие минеральные и органические вещества спекаются и образуют пористую корку. По расчётам, на поверхности комет, не подходящих к Солнцу ближе 2 а. е., улетучивающийся материал замёрзших газов замещается пористыми корками-матрицами с плотностью 0,01–0,001 г/см^3 . Она пропускает выходящие газы, но при этом очень рыхлая и непрочная, так что попытка «сесть верхом» на комету может напоминать скорее прогулку по густому лесу после обильного снегопада: всё время проваливаешься, и за шиворот падает. А если

войти в контакт с кометой с некоторой скоростью, то не исключено, что можно и глубоко в неё «зарыться».

Совершенно очевидно, что никакой **атмосферы** вокруг ядра большую часть времени жизни кометы нет, так что, рассчитывая на круиз, нужно непременно запастись всеми системами жизнеобеспечения, предусмотренными для открытого космоса: скафандр с обогревом и защитой от космических лучей, запасы пищи и воды, прочие удобства и т. п. Припасы, кроме того, потребуются надолго, а точнее, на всю жизнь.

«Покопавшись» в ядре и устроившись на нём по возможности удобнее, самое время вспомнить, что комета не стоит же на одном месте, а **несётся** по Солнечной системе — именно потому мы и выбрали её в качестве транспортного средства. В перигелии (ближайшей к Солнцу точке орбиты) комета отстоит от него всего на 0,58 а. е. (86768000 км), т. е. ближе к нашему светилу, чем Венера (0,72 а. е.) и почти вдвое ближе, чем Земля (1 а. е. или 149597900 км). В этот момент в соответствии с законами Кеплера комета развивает свою максимальную скорость — 54,5 км/с, стремясь побыстрее убежать от жарких объятий. При этом она умудряется двигаться на 14% быстрее самого быстрого бога Меркурия (!). Запаса кинетической энергии ей хватает, чтобы улететь на максимальное расстояние 35,32 а. е., где она может уже не спеша прогуливаться тихим шагом 0,9 км/с (в 5 раз медленнее Плутона). Бóльшую часть своей жизни комета прохлаждается на окраинах, но каждые 76,1 лет появляется во всём своем блеске во «внутренних покоях». Человечество уже 30 раз, начиная с 240 г. до н. э. и до последнего прилёта в 1986 г., любовалось этим удивительнейшим феноменом природы, хотя и со смешанными чувствами.

Многие участники Турнира описывали свои гипотетические впечатления, как мелькание проносящихся мимо звёзд и планет, свистящий ветер, манёвры кометы с ускорениями и резкими поворотами «туда-сюда». К счастью, всё обстоит проще и обыденнее. («Расстояние между мной и космическими телами изменялось довольно медленно»). Несмотря на значительные перемещения в пространстве, внешний вид звёздного неба не изменится и остается вполне таким же, как и на Земле (правда, параллаксы звёзд увеличатся в 30 раз, но даже для Проксимы Центавра он составит всего около 20 угловых секунд). В ушах никакой ветер свистеть не будет: когда космонавты выходят в открытый космос, они тоже движутся вместе с Землей со скоростью 30 км/с, так у них же ничего не свистит. Резко поворачивать и мотаться из стороны в сторону комета также не будет: все тела, движущиеся в поле тяготения, находятся в состоянии динамической невесомости, т. е. «свободно» падают.

Принципиальной особенностью именно кометы Галлея является **наклонение плоскости её орбиты** к эклиптике (плоскости, в которой лежит орбита Земли), составляющее 162°. Это означает, во-первых, что комета движется в противоположном направлении относительно всех прочих планет Солнечной системы, т. е. является «обратной» по своему орбитальному вращению. А во-вторых, комета путешествует под углом 18° ($180° - 162° = 18°$) от плоскости орбиты Земли. В результате, восходящий узел её орбиты (т. е. точка пересечения эклиптики в верхнюю полусферу) находится на расстоянии 1,81 а. е. от Солнца (т. е. за орбитой Марса), затем комета «подлетает» вверх над эклиптикой на 0,17 а. е.,

где проходит свой перигелий, затем снижается и вновь пересекает эклиптику на расстоянии 0,85 а. е. (не доходя орбиты Земли), и летит дальше, всё вниз и вниз, пока не опустится в афелии до 9,99 а. е.

Здесь хотелось бы обратить внимание на ошибку, которую допустило абсолютное большинство участников. Почти все описывали своё захватывающее путешествие, как турне по планетам Солнечной системы: прилетел туда, полетел сюда, увидел то, посмотрел это. Но дело в том, что за счёт наклонения орбиты к плоскости эклиптики, где большинство планет обретаются, комета никогда **не** приближается к планетам-гигантам, и на почтительном расстоянии проходит от внутренних планет. (Митюшина Е.: «все планеты мне увидеть не удалось, т. к. у них орбиты под разным наклоном»). Рекордное сближение кометы Галлея состоялось 11 апреля 837 г., когда она подошла к Земле на дистанцию 0,04 а. е. (примерно в 10 раз дальше Луны). Её блеск тогда составил $-3{,}5^m$ (почти как Венера), а хвост раскинулся по небу на 97°. При этом франкский император Людовик 1 Кроткий (он же Благочестивый, 778–840 гг.) со словами: «Господь указывает мне, что я должен готовиться к смерти», раздал свое королевство детям. Но это так, к слову.

Представить себе внешний вид нашей Солнечной системы, глядя на неё с кометы Галлея, можно таким образом. Выберите ровную площадку. Положите на неё белую бусинку от булавки диаметром 1,5 мм (это примерно диаметр кончика шариковой ручки). Затем возьмите две маковые крупинки вдесятеро меньшего размера (0,15 мм), покрасьте их в жёлтый и оранжевый цвет, и положите их на расстоянии 80 см и 1,4 м от бусинки, соответственно. Теперь Вы можете отойти от центральной бусинки на расстояние 5,2 м и полюбоваться моделью планетной системы (это, соответственно, Солнце, Юпитер и Сатурн), как она видна из афелия кометы в масштабе 10^{-12}. Только это будет «вид снизу», поскольку возвышение уровня глаз на 1,5 м соответствует нахождению кометы на 10 а. е.. ниже плоскости эклиптики. Наша Земля в данной модели будет соответствовать голубой пылинке размером 10 микрон на расстоянии 15 см от бусинки-«Солнца». Минимально возможное расстояние от кометы до Юпитера в средней части орбиты составляет около 1,5 а. е., что в 3 раза ближе, чем с Земли, но всё равно очень далеко. («Там и смотреть не на что, всё как обычно»).

Понятно, почему комета Галлея и другие долгопериодические кометы не могут сближаться с планетами-гигантами — для них такое сближение будет означать сильное гравитационное возмущение и потерю орбиты. Это и происходит нередко с короткопериодическими кометами, которые путешествуют в плоскости эклиптики среди планетных орбит, но недолго (по космическим меркам). Более того, именно на примере возвращения кометы Галлея в 1759 г., предсказанного самим Галлеем ещё в 1704 г., впервые в истории астрономии Алексис Клеро (1713–1765) предвычислил точный момент очередного прохождения перигелия с учётом гравитационных возмущений от Юпитера и Сатурна: задержка кометы составила тогда 586 дней (!) от даты, указанной Галлеем.

При наибольшем удалении кометы диск Солнца будет иметь видимый размер всего около $1'$, что примерно соответствует разрешению человеческого глаза. Однако эта «точка» все равно останется очень яркой: -19^m, хотя и в 1250 раз слабее, чем земное солнце, но зато в 250 раз ярче, чем земная луна.

Когда комета Галлея прилетает во внутреннюю часть Солнечной системы, вид планет не принципиально отличается от того, который мы можем наблюдать на земном небосводе. Например, в 1910 г. и Венера и Земля прошли сквозь хвост кометы Галлея, имея минимальное расстояние от неё 0,1 а. е. и 0,15 а. е. соответственно. Но даже в этом случае, их видимые (с кометы) угловые размеры не превышали 3 угловых минут. Во время тесного сближения 837 г. Земля с кометы имела размер около $7'$ — треть лунного диска. Так что из всех объектов с кометы можно хорошо полюбоваться, пожалуй, только Солнцем — в перигелии оно с кометы вдвое больше, чем с Земли, — целый градус в поперечнике! Однако же приближение кометы к Солнцу влечёт за собой её **нагрев** и все те процессы, которые и создают из маленького голенького ядра собственно комету с огромной головой и колоссальным хвостом.

Во время 30-го возвращения кометы Галлея астрономы с нетерпением её ждали, точно вычислили её орбиту и заранее стали выискивать на небе среди слабых звёзд с помощью самых мощных телескопов. Комету удалось впервые «переоткрыть» 16.10.1982 г. в виде точечного объекта 25^m — это была рекордно слабая наблюдавшаяся комета. Тогда думали, что ядро кометы отражает примерно половину падающего на него света. Сейчас, после встречи аппаратов «Вега» с ядром, нам известно, насколько ядро кометы Галлея «пыльное и грязное» — его альбедо (доля отражённого света) всего около 4%, за счёт пористой и рыхлой корки. Это самый «тёмный» объект в Солнечной системе! В момент её повторного обнаружения комета находилась далеко за Сатурном, на расстоянии 11,04 а. е. от Солнца, и тогда было видно именно само ядро — газовой оболочки вокруг него, скорее всего, ещё не было. В глубинах космоса ядро кометы хорошо проморожено — оно имеет температуру около $-260°$C и спит «мёртвым» сном, но по мере приближения к Солнцу температура ядра начинает постепенно повышаться.

Некоторые более «молодые» кометы могут испаряться и на больших расстояниях: например, комета Шустера 1975 на расстоянии в 10 а. е. имела хвост 75000 км. У кометы Галлея существенное испарение льдов ядра начинается после Юпитера, примерно с расстояния $4,5$ а. е., когда температура поверхности ядра повышается до $-140\ °C$. Льды в результате т. н. процесса возгонки испаряются сразу в газ, без жидкой фазы (для существования жидкости необходимо значительное внешнее давление, а у кометы его вовсе нет). Сначала испаряются лёгкие фракции, затем углекислота и вода. Комета «парит». (Старов Дмитрий: «из поверхности вырывается пар и куски льда»). Когда напор испаряющихся газов становится больше, они начинают поднимать и уносить в космическое пространство клубы пыли. («Стекло скафандра покрылось пылью»). По мере приближения к Солнцу тихие струйки газа превращаются в мощные гейзеры, разрывающие корку ядра, а потом под поверхностью начинаются форменные взрывы (как взрываются перегретые паровые котлы). Эти струи газа хорошо видны на снимках космических аппаратов «Вега» и «Джотто».

Аналогичные выбросы газа из ядра наблюдались при максимальном сближении с Землёй кометы Хейла—Боппа в феврале-марте 1997 г. За счёт вращения ядра создавалось впечатление, будто в центре комы кто-то машет брандсбойдтом, пуская струю газа и пыли длиной с земной шар. Отлетающий газ

образовывал при этом несколько концентрических расширяющихся оболочек в центральной части комы. (Иванов Алексей: «комета находится в газообразном состоянии, поэтому мы не сможем сесть на неё верхом».)

С помощью уравнений, которые описывают испарение вещества с поверхности ядер комет, астрономы определяют изменение формы и массы ядер комет. На исторической памяти человечества комета Галлея совершила 30 оборотов вокруг Солнца, и за это время по расчётам потеряла 6% своей массы, а размеры её ядра уменьшились на 200 м. Возвращаясь к нашему космонавту-путешественнику, трудно представить себе, каким образом он сможет «усидеть» на ядре кометы. Ведь оно не только фонтанирует во все стороны, но с ядра то и дело отрываются и улетают значительные куски поверхности: за одно прохождение мимо Солнца с ядра «слетает» слой вещества толщиной в десятки метров. Это примерно тоже самое, что пытаться усидеть на извергающемся вулкане. (Манин Дмитрий: «начнутся извержения газов, и меня может сбросить в открытый космос»).

Более близкая к Солнцу комета Энке, которая с момента её открытия совершила уже 65 оборотов вокруг Солнца, потеряла за это время 85% своей первоначальной массы. Выброшенное с ядра кометы вещество продолжает самостоятельный полёт в виде мелких обломков и сопутствующего метеорного роя.

Газы кометы светятся под действием излучения Солнца, а поднятая ими пыль отражает и рассеивает солнечный свет. Основной вклад в излучение вносит молекула C_2. Газо-пылевая кома имеет типичный размер 100000 км, хотя бывают совершенно гигантские кометы, например, комета 1811 г. с головой втрое больше орбиты Луны. Большие кометы теряют в секунду до 10^{30} молекул (около 30 тонн), которые разлетаются со скоростью около 1 км/с. Средняя плотность молекул возле поверхности ядра при этом может достигать 10^{12} см$^{-3}$ (у поверхности Земли: $2 \cdot 10^{19}$ см$^{-3}$). Суммарная яркость излучения, создаваемого комой на поверхности ядра, примерно соответствует яркости Луны на нашем небе, или яркости сумеречного неба после захода солнца. (Очередько Андрей: «светло даже на обратной стороне — отражение от кометного хвоста»). Так что наш наблюдатель, сидя на ядре кометы, скорее всего сможет разглядеть только само Солнце, а все остальные планеты, и тем более звёзды, для него «потонут» в облаках пыли. («Ничего не видно — туман»).

Но и это ещё не все «радости», поджидающие нашего горе-путешественника. Самым впечатляющим процессом в жизни комет являются довольно частые **развалы их ядер** на несколько частей. Деление ядра наблюдалось более чем у 25 комет. (Елистратова Ксения: «путешествие на комете окажется плачевным: в конце концов она растает»). Самыми красивыми из делящихся комет были комета Биелы 1846, единственная из всех, наблюдавшаяся двойной при двух последовательных прилётах, и комета Веста в 1976 г., ядро которой сначала разделилось на 4 фрагмента, а затем она наблюдалась в виде тройной кометы. Как предполагают, ядро кометы Галлея также испытало деление во время своего предпоследнего прилёта в 1910 г.; об этом свидетельствуют резкие и сильные колебания её яркости. Современная компьютерная обработка фотоизображения от 31.05.1910 г. выявила в ядре 3–4 фрагмента, расстояние между которыми оценивается в $40''$, что соответствует примерно 4400 км. Не исключено, что столь

странная форма ядра, наблюдавшаяся в последний пролет 1986 г., обусловлена делением в прошлый раз. Тем более интересно будет посмотреть, в каком виде ядро прилетит к нам в следующий раз, в 2062 г.

Типичные ошибки.

— Я останавливалась у каждой планеты.
— Колоссальная перегрузка от скорости, близкой скорости света.
— Мириады звёзд проносятся со скоростью реактивного самолета.
— Скорость такая, что близстоящие звёзды просто сливаются в однородный фон.
— Комета сильно вращается из стороны в сторону.
— Меня на ней укачает.
— Солнце вблизи закроет большую часть неба.
— Я не смогу видеть созвездия, потому что звёзды будут очень близко ко мне.
— Они совсем не похожи на те звёзды, которые я видела на земле, — они стали больше и расположились в другом порядке.
— Солнце казалось звездой, чуть более яркой, чем остальные.
— Хвост снова маленький, зато ядро заметно увеличилось.

Нетривиальные версии.

— Впечатлений будет мало, мы замёрзнем.
— Комета — тот же огонь, энергия, значит необходимо что-то подстелить.
— Сначала нас поджарят, потом заморозят.
— Посидеть толком не удастся — это же одна пыль! — Я просто свалилась с этой кометы, т. к. её хвост — пустота.
— Сначала лечу к Меркурию, который толкнёт комету дальше по направлению к Венере.
— Комета подлетает к Солнечной системе, все время ускоряясь.
— Можно на хорошей скорости влететь в Юпитер.
— Около Солнца комету очень сильно занесло.
— Комета чуть не развалилась от приливных сил.
— На обратном пути нам встречались искусственные спутники, ракеты и космические станции.
— Я был бы ослеплен красками этой кометы.
— Облака сгущаются, начинается нечто величественное — галактический снег.
— Скопления кометных газов не слишком полезны для человека.
— Свет от Солнца доходит очень мало, т. к. в районе галактики Млечный путь на моём пути встречаются чёрные дыры.
— Пустота, хаос, а вместе с тем какой порядок и организованность!

Примочки и пеночки.

— Это будет путешествие века!
— Я на неё долго садился, я всё время взлетал.
— Это был самый красивый день в моей жизни.
— Я чувствую жар, в ушах звенит.
— Под мягким местом ощущаю комету, тепло входит в меня, я испытываю удовлетворение.
— Я ощущаю, что я такой маленький, что Вселенная громадна.
— Мимо меня проплывали все прелести космоса.

— Я увидела очень красивую звёздную пыль.
— Мы приблизились — стала видна Китайская стена.
— Кислорода на 80 лет мне не хватит.
— Ледышка подо мной увеличивается в размерах.
— Дышать нечем, но я потерплю.
— Когда летишь, испытываешь свободу!
— Туманность Андромеды населена медузами.
— Сижу на льдине, лицом к Солнцу, хвост сзади.
— Я не буду первооткрывателем, меня опередил Данте Алигьери, описав 9 кругов ада. Правда, он не знал законов Кеплера.
— Неописуемые очучения!
— Планеты — песчинки малого Нечто в великом Ничто.
— Комета близится к Солнцу, пугая суеверных жителей третьей планеты.
— Стареем. Все мечтаем о возвращении.
— Я взял с собой запах воздуха.
— Точкой старта было облако Оорта. Множество комет стояло и ждало времени отправления.
— Готовимся к старту: водила прогревает двигатели...
— Нет, вы не подумайте, я пока в своем уме и никуда не собираюсь...
— Сначала я превращусь в пар, а потом уже всё равно.
— Может, я переживу второе рождение: и стану звездой!
— Внутренности лезут наружу — вакуум как-никак!
— Хвост кометы мешал мне смотреть вперёд.
— Вылетел за пределы Солнечной системы, посмотрел на туманность Андромеды.
— Не смог удержаться на комете и упал вниз.
— 87 лет не каждый выдержит.
— Хочу домой!
— Я бы с радостью полетел на Солнце.
— Она летит под углом, долго на таком неудобстве не полетаешь.
— Потом я верну комету на место и вернусь домой.
— Холод, голод и всяческие неудобства.
— Об меня будут биться астероиды и метеориты.
— Я пролетал мимо черных дыр, меня почти засасывало туда.
— Я взял с собой теплую шубу. По пути мне становилось все теплее и теплее, и я выбросил шубу.
— Приходится постоянно поворачивать ноги, чтобы не задеть хвост кометы.
— В космосе нет понятия времени.
— Короче, это как виртуальная реальность.
— Надо иметь с собой хавчик!
— Я решила не продолжать путь и пересела на другую комету.
— На обратном пути я ничего не помню.
— Лучше бы я не садился на комету.

Вопрос № 2. *Могут ли разные части одного небесного тела вращаться в разные стороны?*

Комментарий. Многие участники Турнира справедливо начинали своё изложение данного вопроса с того, что вращательное движение, как и любое другое движение, всегда является **относительным**, и прежде чем говорить, кто, куда и как вращается, необходимо определиться с системой отсчёта. Вращение любого тела или части тела происходит (или не происходит) относительно выбранного направления или иного выбранного тела. Частным, но частым случаем вращения является дифференцированное вращение многих астрономических объектов.

Строго говоря, в природе нет (и не может быть) абсолютно жёсткого тела, которое вращалось бы, не изменяя взаимного положения своих частей. Даже если взять нашу собственную **планету Земля**, которая с обыденной точки зрения является телом «вполне твёрдым», то все её оболочки движутся, и зачастую в разные стороны. Например, материки раньше (около 300 млн. лет назад) образовывали единый сверхматерик Пангею, а с тех пор расползлись в разные стороны — кто куда (Давыдова Юля: «много лет назад материки на Земле были совершенно в другом положении»). Произошло это из-за движений в мантии Земли, вещество которой в одних местах поднимается из глубин, а в других — опускается, образуя огромные конвективные ячейки, вращающиеся в разные стороны. Правда, скорость этих движений маленькая — 1–5 см/год. В обратную сторону относительно общего вращения Земли поворачивается её глобальное магнитное поле (т. н. «западный дрейф», см. вопрос № 9, 2000 г.) со скоростью 0,2° в год.

Более быстрые вращательные движения в разные стороны можно видеть в других оболочках Земли: например, поверхностные течения в Мировом океане образуют замкнутые циклы, вращающиеся против часовой стрелки (если смотреть на них сверху) в южном полушарии, и по ней — в северных частях Тихого и Атлантического океанов. В середине Тихого океана можно наблюдать и вовсе удивительную картину: севернее и южнее экватора идут пассатные течения на запад, а вдоль самого экватора — противотечение на восток.

Дифференцированно вращается и атмосфера Земли: в экваториальной зоне пассаты дуют с востока на запад (по ним так любил путешествовать Тур Хейердал), а в средних широтах господствует перенос воздушных масс в противоположном направлении — с запада на восток. Наиболее выражены эти ветра в южном полушарии, принесшие печальную известность «ревущим сороковым» широтам, и образующие там антарктическое «течение западных ветров».

В качестве ещё более наглядного примера вращения в разные стороны можно привести такие локальные вихри в атмосфере, как циклоны и антициклоны. Разность в направлении их вращения обусловлена различием в вертикальном движении воздушных масс: в центре циклона (область низкого давления) воздух поднимается вверх, а в антициклоне (область высокого давления) — опускается вниз. Циклоны и антициклоны обычно живут от нескольких дней до нескольких недель — что позволяет, учитывая скорость и направление их движения, составлять прогноз погоды (существенно зависящей от атмосферного давления).

Если отойти от нашей родной планеты к иным небесным телам, то и там во многих случаях мы увидим и **дифференциальное вращение**, и **конвективные**

ячейки. Наиболее впечатляющим примером таких движений является атмосфера Юпитера, которая разбита на зоны и полосы, в которых воздушные массы поднимаются и опускаются, которые вращаются с разными угловыми и линейными скоростями, и между которыми образуются столь замечательные вихри, как Большое Красное пятно и прочие, более мелкие. Такими же особенностями, хотя и менее выраженными, обладают все планеты-гиганты.

На примере нашей ближайшей соседки Венеры мы можем увидеть уникальное явление суперротации атмосферы. Сама планета Венера вращается в обратном направлении, с востока на запад очень медленно (период 243 дня), а её атмосфера (точнее, облачный слой на высотах 50–70 км) «несётся» со скоростью до 100 м/с и обегает всю планету за 4 дня. (Володин Андрей: «Венера крутится в другую сторону».)

Дифференцированно вращается и Солнце, как это впервые было установлено в 1863 г. Ричардом Каррингтоном. Скорость вращения солнечных пятен определяется зависимостью: $14{,}44 - 3{,}0\sin^2\varphi$ (°/сутки), где φ — гелиографическая широта. Соответственно, период обращения деталей на поверхности Солнца составляет: $26{,}75 + 5{,}7\sin^2\varphi$ суток (земных). Пятна, которые ближе к полюсам, будут отставать, на экваторе — наоборот, обгонять средние («У Солнца существует зона, где вещество движется и вверх, и вниз»). За последнее время благодаря исследованиям колебаний поверхности Солнца развилось новое направление в физике Солнца — гелиосейсмология, которая установила, в частности, что внутренние части Солнца вращаются с одинаковой угловой скоростью (как твёрдое тело) и быстрее, чем поверхностный конвективный слой.

Если рассматривать в качестве единого объекта **системы тел**, постоянно движущиеся в едином гравитационном поле (соответственно, физически связанные воедино), то в пределах Солнечной системы можно привести примеры целого ряда обратных спутников планет, которые вращаются в противоположную относительно центральной планеты сторону. Наиболее знаменитым среди них является Тритон — гигантский спутник Нептуна (диаметр 2705 км!), который на расстоянии всего 355,3 тыс. км имеет наклон орбиты в 157°. Это единственный случай, когда обратное вращение имеет столь крупный (подобный нашей Луне) спутник. Следующий известный пример — Феба, самый далёкий спутник Сатурна. Он движется по сильно вытянутой орбите (эксцентриситет 0,163 и радиус 12954 тыс. км) с наклонением 175°. При радиусе в 110 км, несинхронном вращении с периодом 9 ч, очень тёмной поверхности (альбедо 0,05) Феба, скорее всего, является захваченным астероидом. Самой большой коллекцией обратных спутников обладает Юпитер — их у него 4. Это самая далёкая группа юпитерианских спутников (от 21200 до 23700 тыс. км), наклонения орбит которых лежат в пределах от 145° до 164°, а радиусы составляют 10–20 км.

Одной из самых распространённых ошибок участников Турнира было утверждение об обратном вращении колец Сатурна. Как известно, кольца Сатурна состоят из отдельных частиц, и вращаются дифференцированно с периодами от 5,5 часов на внутреннем краю до 14,3 часа на внешнем, и, разумеется, в ту же сторону, что и сам Сатурн (его период — 10,5 ч). Кольца в своей средней части играют роль «сатурностационарных» спутников, так что если смотреть с поверхности Сатурна (т. е. из его облачного слоя), то ближний край колец бу-

дет вращаться в одну сторону (обгонять вращение поверхности), а их дальний край — в противоположную (отставать).

Примеры обратного вращения отдельных несознательных членов есть и в масштабах всей Солнечной системы, например, обратное движение кометы Галлея (наклонение 162°). Ядра комет могут вращаться в различные, в том числе и в противоположные стороны относительно орбиты кометы и поворота её хвоста. Произвольным образом вращаются и астероиды. (Глинская Оксана: «метеоритное облако — в нем мелкие частицы вращаются и соударяются по-разному».)

Если мы выйдем на галактические просторы, то и там мы обнаружим разностороннее вращение. В **газовых туманностях** отдельные части расширяющихся оболочек при взаимодействии с межзвёздной средой вполне могут приобретать вращательные движения (вихри), направленные в разные стороны, хотя и продолжающие свое генеральное движение вперёд. (Суплатов Дмитрий: «между разными частями пылевых облаков, называемых небулами, действуют разные силы притяжения».)

Наиболее очевидным примером могут служить также **кратные звёзды**. Если в близких па́рах звёзд они вращаются, как правило, в ту же сторону, что и их орбитальное движение, поскольку они родились из одного вихря газового облака, то в кратных звёздах компоненты отстоят далеко друг от друга, и орбитальные и вращательные движения членов системы могут быть совершенно разными. В шаровых звёздных скоплениях отдельные звёзды также имеют хаотическое распределение своих орбит. Вращаясь вокруг общего центра масс, каждый член скопления вполне может двигаться в противоположную сторону, нежели его сосед.

В **галактиках**, похожих на наш Млечный Путь, существуют разные подсистемы или разные «типы звёздного населения». Кроме галактического диска, содержащего газ и молодые звёзды, есть и т. н. «галактическое гало», которое состоит из более старых звёзд и имеет сферическую форму. Старые звёзды гало образовались, по-видимому, на ранних стадиях эволюции самой галактики, когда плоского диска в ней ещё не было. Движутся они подобно членам шаровых скоплений в произвольных направлениях, в т. ч. могут лететь и в противоположную сторону относительно вращения всей Галактики. Во многих спиральных галактиках обнаружены вихревые движения газа между соседними спиральными рукавами, так что по аналогии с динамикой атмосферы Земли они были названы галактическими циклонами и антициклонами. Естественно, что вращаются они в разные стороны.

Наконец, совсем необычный пример разностороннего вращения можно видеть в случае взаимодействующих и сливающихся галактик. В галактике M 64, например, которая образовалась из двух слившихся галактик с разным направлением вращения, газопылевой диск во внутренней части вращается в противоположную сторону относительно вращения звёзд и газа на её периферии (Андреев Иван: «отмечена галактика, в которой система звёзд вращается в одну сторону, а газопылевой диск — в другую».) В центре некоторых эллиптических галактик (в которых газа обычно очень мало), обнаруживаются небольшие вращающиеся газопылевые диски, которые вполне могут быть «полупереваренными остатками» от ранее поглощенных галактик.

Типичные ошибки.

— Если посмотреть на Землю со стороны северного полушария, то она вращается по часовой стрелке, а если облететь планету и посмотреть на неё со стороны южного полушария, то она крутится против часовой стрелки.

— Если это молекулы — находятся в хаотическом движении.

— Все тела вращаются в одном направлении и ритме.

— Есть стандартная сторона, в которую вращаются все небесные тела.

— Это противоречит всем законам физики небесных тел.

— Практически все небесные тела монолитны, и никаких частей у них нет.

— Если тело состоит из нескольких объектов, например, созвездие — то может.

— Астероиды — остатки бывшей планеты, вращаются в разные стороны.

— У Сатурна кольца вращаются в противоположную сторону.

Нетривиальные версии.

— Каждая часть одного и того же тела будет иметь свою ось вращения.

— Да, если они противоположно заряжены.

— В комете с головы на хвост частицы идут в разных направлениях.

— Хвост у кометы вращается в разные стороны.

— Солнце вращается в другую сторону и с разными скоростями, это обеспечивает «взбалтывание» его составных частей — водорода, гелия, тяжелых металлов.

— Луна прекратила своё вращение вокруг оси из-за потоков лавы в противоположном направлении.

— У Юпитера, состоящего из расплавленных тяжелых металлов, части вращаются в разные стороны.

— У Титана ледяная корка вращается отдельно от ядра, а жидкость действует как смазка.

— Астероиды вращаются вокруг своей горизонтальной и вертикальной оси одновременно.

— За одно небесное тело можно считать и захудалый астероид и всю Вселенную.

Примочки и пеночки.

— Легко!

— Нет в жизни невозможного, в наше время все может быть.

— Планета в одну сторону, кольца и спутники — кто куда.

— Они могут двигаться в разном направлении, но только короткое время.

— Если это части, то они должны быть закреплены на небесном теле.

— Это всё равно, что ноги идут в одну сторону, а голова и туловище — в другую.

— Представьте, я вылечу в открытый космос и начну вращать руками в разные стороны.

— Представьте себе, что ваша правая половина головы двигается вперёд, а левая — назад.

— Одно полушарие Солнца движется по часовой стрелке, а другое — против часовой.

Вопрос № 3. *К. Чуковский: «Вот была потом забота: за Луной нырять в болото и гвоздями к небесам приколачивать». А и впрямь, может ли Луна на небе остановиться? Стоит ли на одном месте Солнце? Насколько неподвижны «неподвижные» звёзды?*

Комментарий.

Холмс и Ватсон наблюдали вечером Луну и остались ночевать в палатке. Под утро Холмс будит своего приятеля и спрашивает:
«Ватсон, на небе прекрасно видны звёзды, а Луны нет. Какой логический вывод Вы можете сделать из этого наблюдения?»
Ватсон: «Неужели ночью кто-то украл Луну?»
Холмс: «Нет, Ватсон, — палатку!».

Ещё в 300 г. до н. э. великий древнегреческий математик **Евклид** в книге «Явления» написал, что звёзды жестко прикреплены к твёрдой небесной сфере, и поэтому «обращение небесной сферы совершается целиком и ни в какое время не изменяет формы и размеров созвездий». Со времен Евклида на протяжении всего древнего мира и средневековья человечество так и воспринимало звёзды, как хрустальные гвоздики, вбитые в «небесную твердь». Даже в системе мира Коперника в качестве внешней границы сохранена «сфера неподвижных звёзд», и только у Джордано Бруно звёзды впервые «обрели свободу».

Этот же образ «прибивания» к небу использовал и замечательный писатель Корней Чуковский. На самом деле Луна, разумеется, никуда не прибита, восходит и заходит на небе вследствие суточного вращения неба и движется в пространстве за счёт собственного орбитального движения. Самым наглядным свидетельством этого являются всем известные фазы Луны, когда она меняет свой видимый образ от тонкого молодого месяца до полной луны, а затем вновь до убывающего и истончающегося серпа. Как всем известно, физическая форма тела Луны при этом никак не меняется, а изменяется угол, под которым она освещается Солнцем и, соответственно, доля её освещённой поверхности. Вращаясь вокруг Земли (точнее, вокруг общего центра масс, находящегося внутри границ тела Земли), Луна перемещается по небу среди звёзд со скоростью 13,176 °/сутки. Кстати, одним из наиболее красивых и интересных для наблюдения любителями астрономии феноменами является покрытие ярких звёзд Луной, особенно её тёмной частью. По этим наблюдениям, в частности, была не только существенно уточнена орбита Луны, но и восстановлена точная геометрическая форма её тела.

Одна из нетривиальных версий, выдвинутых юными астрономами, звучала так: «Если человек будет перемещаться по Земле с определённой скоростью, то Луна для него будет неподвижна». В принципе такую искусственную «остановку» Луны действительно можно организовать, поскольку скорость перемещения подлунной точки по поверхности Земли составляет около 1600 км/час, что человечеству уже под силу. Практический смысл эта задача имеет при солнечных затмениях, когда самолёты, летящие внутри конуса лунной тени (сверхзвуковые использовать лучше, но дороже), помогают существенно увеличить время наблюдения солнечной короны по сравнению с наземными точками.

Однако есть в движении Луны одна особенность, которая позволяет сказать, что Луна в каком-то смысле «остановилась». Период её вращения вокруг собственной оси точно синхронизован с её орбитальным периодом вокруг Земли, и поэтому Луна всегда повернута к Земле **одной и той же стороной**. Это явление носит название гравитационного резонанса, и физическая причина

его состоит в том, что из-за сильного приливного возмущения, которое Земля порождала в теле Луны, возникало торможение её (Луны) вращения, а энергия вращения приливными силами переводилась частично в тепло, а частично в энергию орбитального движения. Поскольку само тело Луны сильно несимметрично (в направлении Земли оно выступает на величину около 1 км), и к тому же именно на видимой стороне Луны преобладают более плотные магматические «моря», то её «околоземный» бок «перевешивает». Моменты инерции тела Луны относительно осей, направленных на Землю и вдоль Лунной орбиты, различаются на весьма существенную величину: 0,02%. По-видимому, это и определило выбор той части лунной поверхности, которая была предоставлена человечеству для любования им на протяжении всей истории, вплоть до 7 октября 1959 г. (в этот день советская станция «Луна–3» сфотографировала её обратную сторону).

В этом положении («лицом к Земле») Луна, разумеется, тоже «не гвоздями прибита». Из-за большого эксцентриситета лунной орбиты её расстояние до Земли изменяется в диапазоне от 356400 до 406700 км. Кроме этого, в процессе своего вращения и орбитального движения Луна совершает около положения равновесия небольшие качания собственного тела (т. н. «физическая либрация») на величину 0,02° по долготе с периодом 1 год и на 0,04° по широте с периодом 6 лет.

Приливное действие Луны, в свою очередь, тормозит и вращение Земли вокруг её оси: потеря энергии за счёт этого процесса составляет до $2{,}6 \cdot 10^{19}$ эрг/с (1 эрг $= 10^{-7}$ Дж), а земные сутки удлиняются на 0,0015 с за 100 лет. Поэтому при динозаврах сутки были короче, число суток в году — больше (см. также вопрос № 3 за 2000 г.). За счёт этого увеличивается расстояние от Земли до Луны и период обращения Луны вокруг Земли. Расчеты показывают, что конечной стадией эволюции двойной планеты Земля—Луна может стать устойчивая геосинхронная орбита с периодом 44,8 дней. Этот период будет одновременно и днём (сутками) и месяцем, а Земля и Луна будут вращаться постоянно «лицом друг к другу». (Именно так вращается двойная планета Плутон—Харон.) Плоскость орбиты Луны при этом будет стремиться к плоскости эклиптики. Расстояние до Луны будет составлять около 530000 км, в этом случае на земном небосводе она уменьшится в 1,3 раза и действительно в известном смысле слова «остановится». Она будет висеть в одной и той же части неба с одной стороны Земли, а с другой половины не будет видна вовсе. Однако, к «небесной сфере» Луна и в этом случае не будет «гвоздями прибита», а будет продолжать свое движение на фоне звёзд, хотя и с меньшей скоростью (точнее, для наземного наблюдателя это уже звёзды будут перемещаться относительно Луны, также как и относительно земного горизонта).

В обратную сторону по небу (с запада на восток) сама Луна двигаться постоянно никак не сможет. Исключением будут только те периоды, когда Земля уже перестанет совершать полные обороты вокруг своей оси, но ещё будет продолжать качания вокруг положения равновесия «одним боком» к Луне, а Луна будет выписывать при этом на небе весьма «загогулистую» розетку. Однако в общем случае ситуация, когда спутник планеты движется по небу в обратную сторону, не только возможна, но и вполне обычна, особенно для планет-гигантов. Вокруг Земли — это практически все ИСЗ, которые ниже геостационарных и летят

на восток (кроме полярных спутников). Обратный спутник есть у Марса — это Фобос, который на высоте 6000 км обращается вокруг Марса с периодом 7 часов 39 минут, т. е. в течение марсианских суток он успеет три раза взойти на западе и зайти на востоке. Юпитер также имеет два ближайших спутника № 15 Адрастея (расстояние $128{,}98 \cdot 10^3$ км) и № 16 Метис ($127{,}96 \cdot 10^3$ км), которые имеют орбитальный период около 0,3 суток и обгоняют собственное вращение верхнего слоя облаков Юпитера. У Сатурна вращение верхнего слоя планеты «обгоняет» нижний край его колец. Уран обладает самым большим числом (аж 9!) малых спутников, обгоняющих вращение его самого, но и у Нептуна таких малюток немало — 5 шт.

Стоит ли на одном месте Солнце? Разумеется, нет. Многие любители астрономии хорошо усвоили коперниканскую гелиоцентрическую систему мира и совершенно правильно говорят, что все планеты (и Земля) вращаются вокруг Солнца, однако при этом делают следующий, уже неверный, логический шаг, будто само Солнце при этом неподвижно. Ну его-то гвоздями тем более не прибьешь! Солнце — такое же свободно движущееся в пространстве тело, и под влиянием гравитационного воздействия других тел оно совершает несколько движений. Во-первых, оно вращается вокруг своей оси, причём дифференцированно (см. подробнее вопрос № 2, стр. 972).

Во-вторых, являясь членом Солнечной системы, оно, как и все прочие планеты вращается вокруг общего центра масс. Главным «противовесом» Солнца является Юпитер, который всего в 1047 раз легче. Соответственно, радиус орбиты Солнца будет во столько же раз меньше: $740 \cdot 10^3$ км. Между прочим, это больше, чем радиус самого Солнца! Орбитальная скорость Солнца составляет 12,5 м/с, а это значит, что даже на приличном велосипеде (45 км/ час) уже вполне можно «потягаться» в скорости с самим Солнцем! К слову сказать, именно таким образом, по измерениям вариаций лучевых скоростей (т. е. по гравитационному воздействию) с 1994 г. открывают планеты у других звёзд, и уже более 60 шт. (на август 2001 г.) открыли.

В-третьих, Солнце движется и относительно других звёзд. Впервые в 1783 г. вышел труд В. Гершеля «О собственном движении Солнца», в котором он, анализируя видимые собственные движения немногих близких звёзд, сделал вывод о движении Солнечной системы в сторону созвездия Геркулеса. По современным значениям апекс Солнца[1] имеет координаты $\alpha = 270°$, $\delta = +30°$, а собственная скорость составляет 19,7 км/с. Эта скорость выше, чем у Юпитера, и примерно соответствует орбитальным скоростям астероидов.

Наконец, в-четвёртых, Солнце участвует вместе со всеми другими звёздами и во вращении нашей Галактики. По последним данным, находясь на расстоянии 8,5 килопарсек от центра Галактики, Солнце вращается вокруг него со скоростью 204 км/с и совершает один оборот примерно за 255 миллионов лет.

Естественно, что говорить о «**неподвижных**» звёздах также не приходится («Ковш Большой Медведицы вывернется наизнанку!»). Помимо общегалактического вращения, все они, подобно Солнцу, имеют и собственные скорости,

[1] точка на небе, обозначающая направление движения Солнца относительно всего массива окрестных звёзд

называемые «пекулярными». Собственные движения звёзд наблюдаются с Земли в виде видимых движений по небу; рекордсменом здесь является «летящая звезда Барнарда» со смещением 10,31 угловой секунды в год. По той же причине звёзды имеют и лучевые скорости, измеряемые за счёт эффекта Доплера, как правило, величиной в десятки км/с («Те звёзды, которые удаляются от нас, кажутся нам с синеватым оттенком, а те, которые приближаются — с красным».) Самой шустрой по лучу зрения является «звезда Каптейна», со скоростью +245 км/с убегающая от нас.

Даже скромное обращение Земли вокруг Солнца и то вполне может «сдвинуть» звёзды с места. За счёт наблюдения с разных краев земной орбиты, ближайшие звёзды смещаются из стороны в сторону, и это явление называется «годичными параллаксами» звёзд. У Проксимы (т. е. «ближайшей») Центавра он составляет 0,762 секунды дуги.

Наконец, очень многие звёзды являются членами двойных и кратных систем, и тогда они уже совсем не неподвижные. Естественно, что в этом случае они вращаются вокруг общего центра масс, и это движение также наблюдается либо по смещениям на небе, либо по периодическому изменению лучевых скоростей (спектральные двойные).

Типичные ошибки.

— Луна остановиться не может, т. к. за всё время существования Земли она ни разу не останавливалась, следовательно и дальше не остановится.
— Может, если её насадить на один конец огромного штыря, а другой его конец воткнуть в Землю.
— Луна останавливается во время лунного затмения, а Солнце — во время солнечного.
— Луна стоит на месте, но когда ты едешь или идёшь, то кажется, что она тоже движется.
— Солнце является центром Вселенной.
— Теоретически Солнце не движется.
— Солнце движется к звезде Апекс в созвездии Геркулеса.
— «Неподвижные» звёзды передвигаются на небольшие расстояния, где-то на милю.
— звёзды могут падать, но не всегда.

Нетривиальные версии.

— Покой — частный случай движения.
— Сейчас известно, что Луна не прибита гвоздями.
— Если бы Луна остановилась, прекратилась жизнь на всех планетах.
— Солнце неподвижно, хотя эта неподвижность не однозначна.
— Солнце стоит на одном месте, хотя и совершает определённые движения.
— На Солнце внешние слои и внутренние вращаются в разные стороны.
— Если бы Солнце двигалось, за много столетий оно бы подобралось к планетам.
— Солнце находится в центре системы, состоящей из нескольких звёзд.
— Солнце вращается вокруг Полярной звезды по эллиптической орбите.
— Все звёзды находятся в постоянном движении, об этом свидетельствует из-

менение их положения на небе, например, в течение лета.
— Если посмотреть на звёзды через неделю, то видно, что они переместились.
— На самом деле то, что мы видим, вовсе не звёзды, а только свет, оставшийся от них.
— Скорость маленьких звёзд очень мала.
— звёзды расползаются, как медуза, положенная на стол.
— Остановка возможна, если температура Вселенной внезапно понизится до абсолютного нуля.

Примочки и пеночки.
— Луна, если можно так выразиться, вечный двигатель.
— Существует полярная ночь, но и там Луна совершает какие-то движения, только медленно.
— Прибивать Луну гвоздями нельзя!
— Луна для одной местности может остановиться.
— Даже когда запустить в неё ракету, чтобы оторвать от Земли (как хочет мой сосед)...
— А что насчет гвоздей — так это к психиатрам.
— Солнце движется с такой маленькой скоростью, что с ней не сравнится даже черепаха.
— Если бы Солнце вращалось, то вряд ли была бы смена дня и ночи.
— Относительно самого себя оно стоит.
— Учёные говорят, что Солнце движется. Я думаю, что это люди знающие, с ними надо соглашаться.
— Неподвижные звёзды неподвижны относительно неподвижных звёзд.
— Голова идет кругом при попытке представить себе все вращательные движения.
— Галактика — лежит и вращается.
— Через миллионы лет созвездия Большая Медведица уже не будет.
— Может быть, вся Вселенная с огромной скоростью несётся в никуда.
— Всё в космосе движется, абсолютно всё!

Вопрос № 4. *Как говорят, Человечество стало фактором планетарного масштаба. Какие Вы можете привести примеры, когда воздействие современной индустриальной цивилизации на те или иные процессы на Земле сопоставимо с естественными причинами или превосходит их?*

Комментарий. В своём историческом развитии Человечество прошло три характерные фазы. На первом этапе, при выходе Homo sapiens из ряда прочих биологических видов и начале формирования социальных отношений, практически все природные стихии и явления были неизмеримо мощнее как отдельного «человечка», так и всей человеческой породы в целом. При этом людям ничего другого не оставалось, как страдать, терпеть и молиться. Естественно, что отношения Человечества и Природы в этот период строились на религиозной основе, от древнейшего примитивного тотемизма до последних вокруг и около религиозных «заморочек».

Затем, по мере возникновения и развития своего технологического и индустриального вооружения, по мере «завоевания» у Природы «жизненного про-

странства» и гарантий безопасного существования, Человечество начало постепенно «наглеть». Отгораживаясь своей индустрией от неблагоприятных внешних факторов и безудержно пользуясь всеми нужными и не очень нужными природными ресурсами, человечество позволило себе практически беспредельное потребление и размножение. При этом мы (люди) в значительной своей части впали в «головокружение от успехов», в опьянение собственным могуществом. Апофеозом этого «большевистско-имперского» этапа стал лозунг «покорения природы» и отнятия её богатств силой.

Сейчас, на третьем этапе, начиная со второй половины 20 века, под воздействием собственных успехов в массовом самоуничтожении и загрязнении окружающей среды, Человечество постепенно начало задумываться о пределах как своих возможностей, так и своего разумения по их использованию. К концу 2-го тысячелетия подоспели весьма наглядные примеры неразумного (и часто опасного) человеческого «хозяйствования», а также информация о скором исчерпании многих благ, ресурсов и возможностей, к употреблению которых Человечество так привыкло. Как говорится, не всё коту масленица. Разумеется, Человечество пока ещё успело наступить не на все «грабли», какие только можно. С другой стороны, существует достаточно много вполне естественных причин, которые могут положить предел человеческому существованию на это планете, и легко. (А. Райкин: «Да на тебя взглянуть-то как следует, от тебя мокрое место останется!».)

И наконец, для нормального функционирования человеческой цивилизации в обозримом будущем нам необходимо иметь не только на много более высокий уровень познания Природы, нежели мы имеем сейчас, но и принципиально более разумные методы управления нашей совместной жизнедеятельностью. А вот с этим-то (с нашей «разумностью») дела пока обстоят неважно.

Вооружившись этими философскими обобщениями, перейдём теперь к списку наших «достижений», условно разделив их на «положительные» и «отрицательные» (хотя кто знает, что есть истина?). Само собой разумеется, что автор ни в малейшей степени не претендует на полноту предложенного перечисления.

Условно «+»

• Достижения современной медицины позволяют побеждать многие недуги, ранее бывшие фатальными, и существенно продлевать жизнь ранее безнадёжным больным. Специалисты отмечают, что чем более мощной и вооружённой становится медицина, тем большее число больных образуется. Человечество становится, с одной стороны, всё более старым и, с другой, всё более болезненным и немощным. Фактически Человечество уже отменило для самого себя закон естественного отбора Дарвина. Тем самым неотложным становится применение методов искусственного отбора (что и происходит).

• Человечество создало информационные системы, начиная с сигнальных костров и тамтамов, и кончая (кончая ли?) современным Интернетом. Никакие фантазии недавнего прошлого по трансляции любых видов информации и образов уже не представляются принципиально невозможными. Нет вопроса «как передавать», есть вопрос «что передавать». Есть мнение, что весь комплекс средств

массовой информации превратился в бессодержательное и жёстко управляемое виртуальное пространство, иными словами в «средства массовой дезинформации» (максималистская позиция: «зачем смотреть телевизор, если точно известно, что ничего умного и доброго там не покажут»). Интернет в ближайшее время (если не уже) подстерегает опасность превратиться во «всемирную информационную помойку».

• Человечество осуществило свой выход в космическое пространство. Это было принципиально невозможно не только для любого из биологических видов, но и для любого социального объединения, кроме постиндустриального. Правда, после утраты актуальности демонстрирования из космоса преимуществ того или иного общественно-политического строя, пилотируемая космонавтика (как чисто государственная программа), по-видимому, уступает свое место автоматической по эффективности и величине затрат. Распространение разумных систем во Вселенной также, по-видимому, не потребует непосредственного участия в этом процессе биологических объектов, т. е. нас с Вами (см. вопросы № 11 за этот и 2000 г.).

• Человечество научилось создавать новые химические элементы. Как известно, водород, гелий, и частично литий образовались на ранних стадиях расширения Вселенной, все последующие элементы до железа (Fe) — в результате термоядерных реакций в недрах звёзд, а более тяжёлые — во время ядерных реакций при взрывах сверхновых звёзд. При этом с увеличением веса атомного ядра, как правило, в среднем уменьшается его стабильность (наиболее известная реакция — распад ядер урана), и очень быстро снижается его обилие в природе. Поэтому элементы с номерами 61, 85, 87, 93 и все последующие (по последним данным — до № 108) получены искусственным путём (в ускорителях частиц, ядерных реакторах и т. п.). Поиск сверхтяжёлых ядер ведется и в космических лучах. Теоретики надеются, что где-то после № 140 обнаружится следующий т. н. «остров стабильности» для ядер.

• Человечество научилось создавать в лабораториях экстремальные физические условия (сверхвысокие и сверхнизкие температуры, давления, сильные магнитные поля, и т. д.). Правда, мы пока ещё не превзошли температуру в недрах Солнца ($15 \cdot 10^6$ K), или давление в центре Земли ($3{,}7 \cdot 10^{12}$ дин/см^2); тем более, нам недоступны величины магнитных полей на поверхностях пульсаров (10^{15} Гаусс). Но нигде во вселенной не может быть температура ниже, чем фон реликтового излучения 2,7 K (остаток горячей Вселенной), а в лабораториях при искусственном охлаждении уже работают в диапазоне микро-Кельвинов.

• Радиоволны существовали всегда (по крайней мере с эпохи горячей Вселенной), но после Попова и Маркони человечество начало их не только слушать, но и целенаправленно излучать. Обилие бытового применения электронной техники вплотную ставит вопрос о её последствиях для здоровья потребителей, а суммарная мощность технологического радиоизлучения Человечества (в частности, в ТВ диапазонах метровых волн) уже сопоставима с излучением Солнца. Борьба с радиопомехами — одна из серьёзнейших в радиотехнике и радиоастрономии.

Условно «—»

• Радиационное загрязнение от испытаний ядерного оружия, прежде всего в атмосфере, во много раз превысило природный фон от космических лучей и природных материалов. Это стало причиной запрещения испытаний во всех средах, кроме подземных. Имеют место аварии (уже исчисляемые десятками) на производствах, полигонах и АЭС. Крайним вариантом применения ядерного оружия в массовом порядке является сценарий т. н. «ядерной зимы» — нарушение равновесия глобального климата с его переохлаждением.

• Выбросы в атмосферу хлорфторуглеродных летучих соединений и других веществ, значительно увеличивающих скорости реакций диссоциации озона. Как предполагают, фреон и аналогичные искусственные соединения ответственны за уменьшение содержания O_3 (т. н. «озоновые дыры»). В соответствии с Монреальским соглашением 1986 года страны мира впервые предприняли реальные действия по сокращению выброса парниковых газов.

• Индустриальные выбросы в атмосферу CO_2 и окислов серы не только усиливают парниковый эффект на нашей планете, что может (теоретически) привести к изменению глобального климата, но к вполне реальным кислотным дождям. С другой стороны, по мнению директора Института микробиологии РАН академика М. В. Иванова, человечество пока ещё «отстаёт» от аналогичного производства бактериями: 55 наземных и 50 морских видов микроорганизмов в атмосферу Земли «выдают на гора» 10^9 тонн CO_2 и $400 \cdot 10^6$ тонн соединений серы. «Успехи» Человечества сопоставимы, но пока скромнее.

• В отличие от солёных вод, которых в Мировом океане много, загрязнение пресных вод имеет катастрофический характер, и жажда «настигнет» Человечество, похоже, даже раньше, чем голод.

• Хозяйственное использование и опустынивание земель, урбанизация и загрязнение ландшафтов.

• Исчерпание полезных ископаемых.

• Переход людей на «норный» образ жизни (квартира — метро — офис).

• Вырубка лесов на суше, вылов рыбы и других морских животных в морях, — как следствие — исчезновение многих видов животных.

• Генная инженерия, создание изменённых и новых геномов растений и животных, питание на основе генетически изменённых продуктов.

• Космический мусор вокруг Земли — как реальная опасность всем дальнейшим полётам.

Вопрос № 5. *Почему круглую форму имеют песчинки, капельки, колобки, пельмени, мыльные пузыри, воздушные шары, Луна, Солнце?*

Комментарий.

«Так природа захотела.
Почему?
Не наше дело.
Для чего?
Не нам судить.»

Б. Ш. Окуджава.

Песчинки — это мелкий обломочный материал, образованный при разрушении твёрдых горных пород. Круглая форма песчинок обусловлена долговременным воздействием на них движущейся жидкой среды, прежде всего — действием волн в прибойной зоне. За счёт многократного окатывания обломков, их соударений и трения друг о друга, образуются всё более мелкие фракции щебня и гальки (ср. «в порошок сотру»).

Капельки — это небольшие («кот наплакал») количества жидкости (например, воды), распылённой в инородной среде (например, в воздухе), и принимающие сферическую форму за счёт действия сил поверхностного натяжения. Все молекулы в жидкости притягиваются друг к другу, но те из них, которые находятся на поверхности жидкости, испытывают значительно большее притяжение внутрь (к молекулам более плотной жидкости), чем наружу (к молекулам разреженного воздуха). Поэтому поверхность жидкости ведёт себя подобно упругой плёнке, охватывающей жидкость со всех сторон, и стягивающей её. (Алергант Дима: «если какая-то часть выступает, то сила поверхностного натяжения возвращает эту часть „на место“»). Поскольку именно сфера является поверхностью с наименьшей поверхностью при заданном объёме, то капельки становятся круглыми. Это изменение формы прекрасно видно при отрыве висящей капли (в форме капли) и превращение её в шарик в полёте. Если капля становится слишком большой, то силы поверхностного натяжения могут уже не справляться с «округлением» капли, и тогда она начнёт принимать сплющенные формы или распадаться на более мелкие капельки (коэффициент поверхностного натяжения воды при 20 °C равен 0,0728 Н/м). Очень красиво наблюдать на примере фонтана, как силы поверхностного натяжения сначала формируют его струю на этапе подъёма и торможения, а затем разбивают её на отдельные всё более мелкие капли в падении. Неограниченно большие сферические капли (жидкие тела) можно получать в невесомости. При повышении температуры поверхностное натяжение уменьшается. (Тонашевская Александра: «капельки имеют форму капли лишь тогда, когда отрываются от крыши, сначала масса воды перевешивает, а потом форма меняется»).

Колобки (устар.) — ранее производившаяся в домашних условиях выпечка в форме шара размером около 10 см (подробнее см. сказку «Колобок»). Сферическая форма колобка образуется непосредственно вручную, методом «катания» теста по поверхности.

Пельмени — популярный высокопитательный пищевой продукт, типичный для стран с суровым климатом (см. Сибирь). Пельмени (и вареники) также принимают ту форму, которую им придают при изготовлении, в общем случае они могут быть и не круглыми. Пельмени не катают, а лепят. Например: «Обвалялся слон в муке, подошёл к зеркалу, и говорит: „Ничего себе пельменьчик!“».

Мыльные пузыри — сложный физический объект, состоящий из некоторого количества воздуха (как правило, не более 10^{-3} м^3), заключенного внутри жидкой плёнки высококонцентрированного мыльного раствора. Форма мыльного пузыря также определяется силами поверхностного натяжения в пленке поверхностно активного вещества (ПАВ). За счёт него создаётся повышенное давление внутри самого пузыря; соответственно, чтобы пузырь надуть, требуется

некоторое физическое усилие. И наоборот, можно наблюдать процесс уменьшения объёма пузыря (и увеличения толщины его плёнки), если стравливать часть воздуха из него, например, через тонкую трубочку. Очень красиво и поучительно наблюдать также процессы объёмных колебаний мыльных пузырей достаточно большого объёма. (Акимкин Тимофей: «форма шара, вследствие сил поверхностного натяжения, соответствует минимуму энергии, а потому наиболее устойчива»).

Воздушные шары — отличаются от мыльных пузырей тем, что имеют оболочку из деформируемых (ткань) или растяжимых (резина) «твёрдых» материалов. Типичной ошибкой участников было утверждение, что круглая форма определяется избыточным давлением внутри. Закон Паскаля, конечно же, верен, но проделайте один простейший опыт. Возьмите обыкновеннейший полиэтиленовый пакет и сильно надуйте его. Ну что, круглый? То-то. Сферическая форма шаров определяется главным образом изначально заданной формой наполняемой оболочки, а не только избыточным давлением воздуха внутри. Шары могут иметь и иную форму (продолговатую, цилиндрическую, тетраэдр, и т. д.). Если мыльный пузырь при выходе из него воздуха может поддерживать свою круглую форму и избыток давления за счет уменьшения своей поверхности (часть молекул с поверхности пленки уйдёт вглубь жидкого слоя), то воздушный шар в этом случае просто потеряет свою форму, т. е. сдуется. («Контрпримером будет дирижабль».)

Луна — естественный спутник Земли, одно из небольших тел в Солнечной системе (масса $7{,}35 \cdot 10^{25}$ г, радиус 1738,2 км). Разница между радиусами Луны по направлению к Земле, к полюсу, и вдоль её орбиты не превышает 1 км, т. е. несферичность Луны составляет $6 \cdot 10^{-4}$ (не путать с горами на Луне высотой до 9 км). Вообще говоря, проблема образования и ранней эволюции Луны до сих пор представляет собой одну из загадок планетной астрономии и космогонии. Единственное, что мы сейчас можем сказать, это то, что сферическая форма Луны и других твёрдых тел, планет и спутников устанавливается на раннем этапе их формирования. При выпадении на поверхность образующих планетное тело фрагментов, состоящих из газа и пыли, оно разогревается до плавления твёрдых пород и образования полужидкого лавового слоя. Под действием силы тяжести планета принимает сферическую форму (в случае достаточно быстрого вращения — форму эллипсоида вращения).

Солнце — типичная звезда, представляющая собой газовый (плазменный) шар. Главным фактором, определяющим форму Солнца, является сила тяжести (на поверхности ускорение свободного падения составляет 27398 см/с$^2 = 27{,}9g$). Несферичность Солнца вызвана его вращением вокруг своей оси со скоростью $2{,}865 \cdot 10^{-6}$ с$^{-1}$. Разность видимых с Земли угловых радиусов Солнца в направлении на экватор и полюс составляет $0{,}05''$, соответственно, наблюдаемая сплющенность Солнца составляет $5{,}2 \cdot 10^{-5}$ (в 10 раз «круглее» Луны).

Хотелось бы обратить внимание, что за исключением пельменей, которые не круглые, за круглую форму всех прочих перечисленных тел ответственны разные физические силы. Песчинки — сила трения, капельки и мыльные пузыри — сила поверхностного натяжения, воздушные шары — сила Гука (упругости), ко-

лобки — давление (прямое формование), Луна и Солнце — сила тяготения. При этом сила тяжести на Земле никогда не образует круглой формы предметов, а в космосе, напротив, за счёт больши́х масс никакие другие силы не в состоянии конкурировать с силой всемирного тяготения, в редких случаях играя роль вспомогательных факторов. (Иванов Алексей: «идеально круглой формы не существует; перечисленные тела имеют разное происхождение, и их круглая форма не образовалась в результате одного процесса»).

Вопрос. *Имеет ли Земля форму шара?*

Ответ. Существует несколько приближений в представлении формы Земли: шар, эллипсоид вращения, трехосный эллипсоид, геоид. Кроме этого, имеют место локальные отклонения поверхности (рельеф) и её временные изменения (приливы, геотектоника и т. д.).

Комментарий. Имеет ли Земля форму шара? Этот вопрос один из самых древних в астрономии, можно даже сказать, что проблема формы и размеров Земли была той задачей, из которой родилась вся наука человечества.

Опуская всевозможные предания всяческих народов мира о плоских и иных формах Земли, первое упоминание о **сферической форме** Земли содержится в дошедших до нас пересказах сочинений Фалеса Милетского (около 624–547 г. до н. э.). Аналогичное мнение относится к мыслям **Пифагора** (ок. 570–500 г. до н. э.) о мировой гармонии сфер. Его идеи в дальнейшем развивали многие последователи пифагорейской школы. Первые научные наблюдательные доказательства шарообразности Земли приведены **Аристотелем** (384–322 г. до н. э.) в его сочинении «О небе» (ок. 360–340 г. до н. э.). Аристотель указывает на круглую тень Земли во время лунных затмений и изменение высоты светил при перемещении с юга на север. Он впервые дал и оценку размеров земного шара, который много меньше по сравнению с величиной звёзд: 400000 стадий в окружности (60–75 тыс. км).

Первое в истории *измерение* размеров Земли произвёл греческий астроном **Эратосфен** Киренский (276–194 г. до н. э.) около 230 г. до н. э. Он знал, что в южном Египте в городе Сиена (Асуан), который лежит на северном тропике, в день летнего солнцестояния лучи Солнца падают вертикально, а предметы не отбрасывают тени. В этот же полдень он измерил высоту Солнца и у себя, в г. Александрии на берегу Средиземного моря, и обнаружил, что здесь Солнце отклонено от вертикали на 1/50 часть окружности (истинная разница по широте составляет $6°47'$ или 1/53 часть). Зная расстояние между Александрией и Сиеной по земле (около 5000 стадий), Эратосфен весьма точно определил длину земной окружности в 252000 стадий (в зависимости от истинного значения египетской стадии это составляет от 36690 до 45000 км). Позднее Эратосфен возглавил Мусейон (Дом Муз в Александрии, он же Музей), — крупнейший научный центр не только Египта, но и всего древнего мира. Он же первым создал и географические карты с обозначением на них меридианов и параллелей.

Через полтора века, в 85 г. до н. э. другой александриец Посидоний применил принципиально иную методику градусного измерения дуги меридиана. Он наблюдал звезду Канопус, самую яркую в созвездии Киль, из двух разных мест,

и по разнице её высоты над горизонтом получил величину окружности Земли в 180000 стадий (32400 км). В 100 г. китайский учёный Цай Пи в сочинении «Гайтянь» («Покрывающее небо») описал Землю и небо, как две параллельные сферические поверхности, отстоящие друг от друга на 80000 ли (46080 км). Индийский астроном и математик Ариабхата (476–?) в своём труде «Ариабхатиам» описал Землю, как вращающийся шар. Тем забавнее через 900 лет после Аристотеля и 800 лет после Эратосфена встречать в «Христианской топографии» Козьмы Индикоплова (?–550 г.) рассуждения о плоской прямоугольной Земле, помещённой внутри Вселенной в виде ящика по образцу Скинии Завета божьего.

В Китае попытка измерения длины дуги меридиана по методу градусных измерений была предпринята в 725 г. под руководством Нань Гун-шо. Расстояние между городами Хуанчжоу и Шанчай было измерено непосредственно, а разность широт конечных пунктов (более 2°) определялась по изменению высоты полюса мира. Через 100 лет, в 827 г. по приказу Багдадского халифа Аль-Мамуна, известного как покровитель астрономии и точных наук, в пустыне Синджар между реками Тигром и Евфратом было выполнено градусное измерение дуги меридиана. Длины отрезков на местности измерялись с помощью колышков и веревочек, а на конечных пунктах базового расстояния определялись высоты звёзд. Длина 1° дуги меридиана составила 56,6 арабские мили (113 км, истинное значение — 111,8 км). Таким образом, и китайцы, и арабы, как и древние греки, прекрасно знали истинные размеры сферической Земли.

Между 1022–1024 гг. Бируни (973–1048) применил метод измерения радиуса земного шара по величине понижения видимого горизонта и описал его в своём капитальном трактате «Геодезия» (1025): «Я нашёл в земле индийцев [в Пенджабе] гору, возвышающуюся над широкой равниной, поверхность которой гладка, как поверхность моря. Я искал на вершине горы видимое место встречи неба и земли, то есть круг горизонта, и обнаружил его ниже линии восток-запад менее чем на треть и четверть градуса (34 угловые минуты). Затем я определил высоту горы (652,05 локтей)...». Из расчётов Бируни длина 1° дуги меридиана составляла 110275 м (истинное значение 110895 м для данной местности).

Европейцы первыми в истории добились фактического подтверждения шарообразности Земли — им стало кругосветное плавание **Магеллана** и Эль Кано 1519–1522 гг. (см. вопрос № 8, стр. 1022). Но первое измерение размеров Земли в Европе случилось через 17 веков (!) после Эратосфена. Только в 1528 г. Жан Фернель путём подсчёта числа оборотов колеса экипажа измерил расстояние от Парижа до Амьена. Величина 1° дуги меридиана у него составила 110,6 км. Ещё век спустя, в 1614–1617 гг. голландский астроном Виллеброрд Снеллиус впервые применил метод триангуляции, когда линейная протяжённость большой дуги на поверхности Земли измеряется через систему последовательно сопряжённых треугольников. Его измерение 1° дало 107335 м. Наконец, в 1671 г. член Парижской академии Жан Пикар (1620–1682) опубликовал свой труд «Измерение Земли», в котором не только сообщил результаты высокоточных триангуляционных измерений в 1669–1670 гг. дуги Париж-Амьен (1° = 111210 м, истинное значение 111180 м), но и высказал предположение о том, что истинная форма Земли — не шар!

Буквально через год, в 1672 г. Жан **Рише**, проводя наблюдения Марса в Кайенне (Гвиана в Южной Америке, широта $+5°$), обнаружил явление замедления периода секундного маятника по сравнению с его периодом в Париже. Это было первое инструментальное свидетельство уменьшения силы тяжести на экваторе.

Это открытие вновь заострило бурный спор, имевший место в то время в европейской науке. Дело в том, что в соответствии с теорией всемирного тяготения Ньютона, вращающиеся тела (в том числе наша Земля) должны принимать форму сплюснутого эллипсоида, а по теории эфирных вихрей Декарта, напротив, вытянутого сфероида. Поэтому вопрос об истинной форме Земли для ньютонианцев и картезианцев был принципиально важен. Дыня или тыква, огурец или помидор, мандарин или лимон — эта дилемма имела воистину вселенское значение. Директор Парижской обсерватории Джованни Доменико **Кассини** (1625–1712) с 1683 г. начал проводить новые обширные работы по градусным измерениям уже на длинной дуге — от нормандских берегов Франции на севере до испанской границы на юге. К сожалению, из-за смерти Кольбера (министр финансов Людовика 14) и самого Кассини работы прерывались и были завершены его сыном Жаком Кассини (1677–1756) только в 1718 г., а результаты опубликованы в 1720 г. Кассини также был картезианцем по своим взглядам и даже вступил в спор с Ньютоном, утверждая, что земной шар имеет вытянутую форму. Сам Ньютон давал теоретическую оценку сжатия Земли в $1/230$.

Чтобы окончательно разобраться с «дынями», «помидорами» и прочими «лимонами», Французская академия наук в 1735 г. организовала две грандиозные по тому времени экспедиции к экватору и полярному кругу. В Лапландию ($66°$ с. ш.) отправились Пьер Мопертюи и Алексис Клеро, где измерили дугу протяжённостью $57'30''$ и получили длину $1°$ равной 57422 туаз (111,9 км). В Перу под руководством академика Пьера **Бугера** (1698–1758) методом триангуляции была измерена дуга от $+0°2'30''$ с. ш. до $-3°04'30''$ ю. ш., по которой длина $1°$ составила 56748 туаз (110,6 км). Результат этой экспедиции стал первым опытным подтверждением сплюснутости Земли, что могло иметь место в случае, когда Земля имеет форму **эллипсоида вращения**. В честь этого события была даже выбита медаль, на которой изображённый Бугер слегка опирался на земной шар и слегка его сплющивал.

Первую теорию фигуры Земли предложил в 1743 г. Алексис Клод **Клеро** (1713–1765). Теоремы Клеро устанавливают связь между формой Земли, её вращением и распределением силы тяжести на её поверхности, тем самым были заложены основы нового направления науки — гравиметрии. В 1841 г. Фридрих Бессель (1784–1846) установил для Земли форму сфероида со сжатием в $1/299{,}15$, а в 1909 г. Джон Хейфорд получил эллипсоид с экваториальным радиусом 6378,3884 км и сжатием $1/297{,}0$, который использовался в качестве стандарта до 1964 г.

Фундаментальные определения были выполнены в 1940 г. Ф. Н. Красовским и А. А. Изотовым и опубликованы в 1950 г. Эллипсоид **Красовского** очень близок к современной системе астрономических постоянных, принятых Международным астрономическим союзом: экваториальный радиус Земли 6378160 ± 3 м, полярный радиус 6356779 м, сжатие $0{,}0033529 = 1/298{,}25$. При этом было введено и экваториальное сжатие $1/30000$. Таким образом, некоторым промежу-

точным приближением формы Земли служит трехосный эллипсоид, у которого разница между экваториальным и полярным радиусами составляет 21381 м, а экваториальные радиусы в направлении Африки и Бразилии отличаются на 200 м.

На самом деле, истинная форма Земли на уровне точности в сотни метров уже не может быть представлена ни одной из математических фигур, и для её представления применяется понятие геоида. **Геоид** — условная поверхность равного потенциала (поверхность равновесия), совпадающая с поверхностью свободно покоящейся воды в открытом океане. Отклонения геоида от эллипсоида не превышают, как правило, 100 м. Тем не менее, при условном представлении отклонений реальной формы Земли от аналитической фигуры, эти отклонения напоминают по форме грушу: «шишка» на северном полюсе и «провал» в Антарктиде. С помощью современных методов определения координат, в том числе и высоты над уровнем моря (спутниковые навигационные системы GPS, радиоинтерферометрические измерения и т. д.) реальная поверхность Земли описывается огромным массивом данных, при этом положение любого репера в трёхмерном пространстве может быть определено с точностью до сантиметра.

Не надо путать форму Земли (геоид) с её реальной твёрдой поверхностью. Очевидно, что рельеф литосферы в океанах располагается ниже поверхности геоида, а на материках — выше (говорят: «высота над уровнем моря»). Самая глубокая (относительно геоида) точка литосферы расположена в Марианском желобе (−11022 м), а самая высокая — г. Джомолунгма (8848 м). Наибольший перепад высот рельефа находится около Южной Америки, где разница высоты Анд (г. Аконкагуа — 6960 м) и прилегающего Чилийского желоба (максимальная глубина — 8180 м) составляет 15140 м.

Интересно напомнить, что форма Земли изменяется во времени. На ранних этапах существования Земли, как планетного тела, она вращалась вокруг своей оси значительно быстрее; предполагается, что древние земные сутки могли составлять 4-5 часов. Очевидно, что сжатие Земли в ту эпоху было значительно больше современного (попробуйте оценить самостоятельно, — на сколько?). С течением времени скорость вращения Земли замедляется (примерно на 15% за полмиллиарда лет), а её форма, соответственно, «округляется».

На меньших отрезках времени и меньших масштабах по высоте существенную роль играет геотектоника плит. Как известно, материки «плавают» по поверхности магмы, как льдины по воде, и, перемещаясь, искажают при этом форму геоида на величины $\simeq 100$ м за времена $\simeq 200 \cdot 10^6$ лет.

Наиболее «быстрыми» искажениями формы Земли являются приливы — гравитационные возмущения от Луны и Солнца. Наиболее известны эти возмущения в водной оболочке Земли, хотя присутствуют они и в атмосфере, и в литосфере. Теоретическая высота прилива (т. е. искажение формы геоида вследствие гравитационного возмущения от Луны) составляет около 50 см. Однако «приподнимание» «твёрдой» земной поверхности из-за упругости тела Земли существенно меньше (10–20 см). Наибольшую величину имеют водные приливы, связанные с воздействием на океаническую приливную волну мелкого дна и узостей береговой линии (до 18 м в заливе Фанди).

Провалы вследствие землетрясений, извержения вулканов и иные изменения ландшафта на форму Земли не влияют.

Вопрос. *Все ли небесные тела круглые?*

Ответ. Вращение и гравитационное взаимодействие небесных тел искажает их сферическую форму в той или иной степени. Галактики, астероиды и искусственные небесные тела — не круглые.

Комментарий. Как было сказано выше, сферическая форма небесного тела определяется действием силы тяготения; взаимное притяжение материи собирает всё вещество в наиболее компактную геометрическую форму (сфера), которая соответствует также и минимуму потенциальной энергии. (Дегтярёва Анна: «небесные тела максимально круглые, их „круглость“ зависит от их размеров»)

Сразу видны и возможные исключения из этого общего правила. Если небесное тело мало (точнее, мала его масса), то прочность слагающего его материала может успешно противостоять малым гравитационным силам. По этой причине весьма некруглую форму имеют малые планеты (астероиды), малые спутники (например, Фобос) и ядра комет (например, кометы Галлея; см. вопрос №1, стр. 965; «Ядро кометы Галлея имеет форму башмака»). (Одиноков Алексей: «мелкие тела могут иметь неправильную форму, т. к. действие сил сцепления между отдельными их частями превосходит действие гравитации»). По мере увеличения массы планеты давление вышележащих слоёв начинает всё быстрее превосходить предел пластической деформации нижних горных пород, и все неровности тела планеты начинают сглаживаться. Поэтому, например, величайший вулкан Солнечной системы Олимп высотой 25 км может существовать на Марсе, но не может — на Земле. У нас самый высокий вулкан Мауна-Кеа (4205 м) возвышается над окружающей океанической плитой (глубина океана около 5500 м) почти на 10 км. По мере дальнейших извержений такая постройка начнёт всё сильнее прогибать собственное основание и «тонуть», аналогично более старым вулканам в цепочке Гавайских островов, уходящей на северо-запад.

Более массивные планеты-гиганты прячут свои тела под толстой и густой атмосферой столь тщательно, что само существование какой-либо границы между газообразной и твёрдой (или жидкой) оболочками этих планет остаётся до сих пор под вопросом. Но для гигантов существенную роль начинает играть их быстрое вращение, заметным образом их «сплющивающее»:

Параметр	Венера	Земля	Марс	Юпитер	Сатурн	Уран	Нептун
Период вращения, сут.	243	0,996	1,03	0,413	0,444	0,718	0,739
Экваториальный радиус, км	6051	6378	3394	71392	60268	25559	24765
Полярный радиус, км	6051	6357	3376	69894	58300	25270	24340
Относительное сжатие	0,0	0,0033	0,0053	0,0214	0,0338	0,0114	0,0175

Наиболее «круглыми» являются медленно вращающиеся тела как твёрдые (Венера), так и газовые (например, Солнце, см. выше).

Однако Солнце вращается так медленно (экваториальная скорость 1,93–2,03 км/с) потому, что «передало» весь свой угловой момент в планетную систему. Одиночные звёзды могут вращаться в сотни раз быстрее Солнца; например, для звёзд спектральных классов O, B типичными являются значения около 400 км/с. Центробежное ускорение на экваторе таких звёзд может составлять

уже значительную долю от ускорения свободного падения; соответственно, они должны испытывать очень большое сжатие на полюсах.

Следующим интересным случаем несферичности звёзд является ситуация, когда в тесной паре звёзд один компонент является массивным и компактным (например, нейтронная звезда или чёрная дыра), а другой — красным гигантом. Тогда под действием приливного возмущения соседа гигантская звезда, вытянувшись, может так исказить свою форму, что изменение её яркости будет заметно из наблюдений. Но в этом случае звезда будет принимать именно вытянутую форму («дыня»), а не сплюснутую, как при вращении («тыква»). В предельном случае, когда увеличивающийся в размерах гигант заполняет свою полость Роша, внешняя часть его вещества начинает перетекать на другую звезду в виде струй газа, и в этом случае звезда вообще «теряет свою форму». (Пантелеев Алексей: «система из 2 звёзд, где одна — белый карлик или чёрная дыра, а другая — обычная; при этом вторая звезда деформируется, и с неё начинает на первую слетать газ»).

Многие небесные тела могут иметь при себе кольца или диски, которые будут отличать их от круглой формы. В нашей Солнечной системе таким примером является Сатурн, видимый при большом наклоне своих колец, как эллипс. Вокруг маломассивных звёзд и звёзд поздних классов нередко могут образовываться газопылевые диски, а вокруг нейтронных звёзд — диски аккреции.

Наконец, наиболее «бесформенными» небесными телами выглядят галактики, которые являются динамическими системами и состоят из большого числа звёзд (до $200 \cdot 10^9$). В зависимости от изначальной скорости их вращения, эллиптические галактики могут иметь форму от круглых (E0) до дисковых (E10 или S0). Если в галактике присутствует достаточное количество газа, то движущиеся облака могут сталкиваться между собой (в отличие от звёзд, которые только притягивают друг друга, но не сталкиваются непосредственно), терять при этом свою скорость, направленную поперёк плоскости галактики, и образовывать в ней вращающийся газопылевой диск. Если в таком диске разовьются спиральные волны плотности, то рождающиеся из межзвёздного газа новые молодые массивные и голубые звёзды «нарисуют» нам тот красивый узор, который мы видим обычно на фотографиях спиральных галактик. Если же в галактике газа совсем много, и молодое поколение звёзд рождается повсеместно и доминирует над старыми звёздами, то такая галактика может вообще не иметь у себя основной плоскости, и будет выглядеть, как неправильная (иррегулярная) галактика.

По аналогичным причинам достаточно произвольные формы имеют светлые и тёмные туманности внутри нашей Галактики любого происхождения (Туманность Ориона, Конская Голова, Северная Америка, Крабовидная туманность, и др.). Взаимодействующие галактики могут вообще принимать самые причудливые и оригинальные формы. Особым случаем «некруглых» небесных объектов является искажение видимой формы далёких галактик и квазаров в т. н. «гравитационных линзах».

Что касается искусственных небесных тел, то они имеют ту форму, которую им придали их изготовители (первый советский спутник имел форму шара диаметром 58,3 см).

Типичные ошибки.

— Круг: идеальная форма, она незаменима в движении; самая оптимально-правильная форма в жизни; наиболее прочная; наиболее энергоёмкая; форма наименьшего сопротивления в 3-х мерном пространстве; наиболее совершенная фигура во Вселенной, по крайней мере, известная человечеству; площадь поверхности больше, чем у всех других геометрических фигур; давление на круглые предметы одинаково во всем мире.

— Шар: происходит меньшее сопротивление воздуху; меньше трётся об воздух, т. к. имеет только одну точку соприкосновения; для быстрого движения необходима круглая форма (поезда не в счёт); геометрия утверждает, что отношение объёма шара к площади поверхности возрастает в геометрической прогрессии; это человеческий глаз видит их в форме шара.

— Все вещества состоят из молекул, и они распределены равномерно в отведённом для них пространстве.

— Ветер долго «тёрся» о песчинку.

— Капля — для удобства продвижения в воздухе.

— Капли круглые из-за притяжения Земли.

— Те, которые падают, сохраняют свою кривую форму.

— Мыльные пузыри: самая оптимальная летательная форма; молекулы газа равномерно ударяют по стенкам шара; давление внутренней и внешней среды уравновешиваются; все они находятся в однородной среде; выдуваются из круглой формы; давление газа одинаковое, значит и радиус будет одинаковый.

— На заре своего существования Луна была плазменной, потом жидкой.

— Луна стала круглой вследствие ударов по ней метеоритов.

— Солнце состоит из плазмы. Это, конечно, четвёртое состояние вещества, но его физические свойства близки к жидкости.

— Земля не имеет форму шара из-за движения литосферных плит.

— Северный полюс и южный полюс притягиваются друг к другу, вот Земля и приплюснулась с полюсов.

— Северный и Южный полюсы приплюснуты из-за трения.

— На форму Земли влияет её магнитное поле.

— Все небесные тела такие круглые, т. к. их материальная сущность скапливается вокруг ядра, как тесто у пельменей.

— Небесные тела находятся в постоянном вращении и происходит «стачивание» слоёв.

— В космосе трение какое-никакое но есть, и грани стираются.

— Кометы вытянуты в конус.

Нетривиальные версии.

— Модели круглых тел удобнее рассматривать.

— Человеческие руки не могут сделать строго выраженные края.

— Чтобы центр тяжести был посередине, многие тела принимают круглую форму.

— Частицы выпирающей части имеют потенциал для приближения, чем и пользуются.

— Представьте, вокруг будут скапливаться вещества, придавая форму куба, пи-

рамиды, тетраэдра...
— Молекулы жидкости не настолько сильно притягиваются, чтобы образовать кристаллическую решетку.
— Мыльные пузыри круглые, потому что это самая оптимальная форма, по которой можно обтянуть воздух.
— Солнце и Луна имеют форму геоида.
— Землю притягивает Солнце, куда оно её притягивает, туда она и вытягивается.
— Земля — твёрдое тело и потому не может менять свою форму. Процессы, происходящие внутри и снаружи Земли, изменяют форму Земли.
— Неправильную форму создают ледники.
— Какое-то тело ударило Землю в северном полюсе и образовало Антарктиду.
— Древние люди были правы в своё время, когда говорили, что Земля — диск, возможно, Земля постепенно «вытягивалась» вдоль своей оси, принимая форму все более похожую на шар; тогда вскоре Земля примет форму веретена.
— Земля имеет нетривиальную форму. На протяжении всех лет изучения Земли представление о её форме менялось.
— Земля сдавлена сверху и снизу атмосферным давлением.
— Земля имеет форму шара, но не шарообразного.
— Если убрать все моря, океаны и леса, то вместо голубой красавицы мы увидим лицо сморщенной старушки.
— Астероиды имеют многогранную форму.
— Кометы не круглые, но их нос постепенно стирается до плавных круглых форм.

Примочки и пеночки.
— Шар — это совершенство: нет углов — нет пороков.
— Если взять шар и куб, и кинуть, то шар укатится дальше, чем куб.
— Песчинки, как точки, не имеют ни длины, ни ширины.
— Песчинки выпадают из этого ряда, т. к. на их форму влияет фактор трения и «долбления».
— Песчинки — это остатки ракушек, битые водой о берег.
— Колобок круглый, без ручек и ножек, и он добрый.
— Круглость колобков и пельменей зависит от кулинарных способностей повара.
— Колобок должен быть круглым, чтобы в отсутствие конечностей он мог активно передвигаться.
— Пельмени вкуснее, когда круглые.
— Чтобы удобнее есть — рот же круглый!
— Если бы пельмени были квадратными, их было бы неудобно глотать.
— С такой формой они лучше перевариваются.
— Пельмени — это «уши слона».
— Колобки — в результате яркого воображения наших бабушек.
— У многих народов мира круглые хлебобулочные изделия являются символами солнца, богатства и плодородия.
— Пельмени при варке становятся круглыми, т. к. расстояние между молекулами везде увеличивается и становится равным.

— Когда лепишь пельмень, он, мягко говоря, растекается.
— Наверно можно сделать и кубические колобки, только называться они будут уже по-другому.
— Округлая форма имеет выгодную молекулярную систему.
— Из шампуня получаются более круглые пузыри.
— Луна — шершавая.
— Луна состоит из кратеров и углублений.
— Луна круглая, т. к. в начале образовался сгусток, который впоследствии обволакивал себя оболочками.
— Солнце — огненная жижа, собирается в виде шара.
— Если бы Солнце имело кубическую форму, то свет от него распространялся бы неравномерно.
— Они такие потому, что хотя у них и нет мозгов, они думают о том, чтобы принять форму с наименьшей площадью поверхности.
— Не будут же глобус делать в виде эллипса!
— Земля не ровный шар, а с задатками овала.
— Земля не совсем круглая, а геовидная.
— Земля имеет форму сердца.
— Земля не сфера, а шароид.
— Радиусы Земли по разным полюсам разные.
— Земля имеет некоторые заострения на полюсах.
— Это связано с наростом почвы у экватора.
— Вещество «оттягивалось» у экватора.
— Земля похожа на шар, но имеет свое название — геоид.
— Если бы земля имела треугольную форму, то и деревья бы имели квадратный ствол.
— Не все тела круглые: например, мы. Мы же не круглой формы.
— Квадратных небесных тел нет.
— Большинство небесных тел не идеально круглые, а сферические.
— Планеты с ума бы сошли, ели бы вращались, имея другую форму.
— Если бы они были кубические, то за все бы задевали.
— В природе нет ничего круглого.
— В природе нет ничего квадратного или прямоугольного.
— Вы можете себе представить плавно перекатывающийся ящик?
— Они такие же круглые, как я квадратный.

Вопрос № 6. *Имена каких людей можно встретить на астрономическом небе?*

Комментарий. Тщеславие — один из самых мощных стимулов для человека, возможно, наравне с голодом (см. также вопрос № 10 за 2000 г.). С другой стороны, трудно придумать что-либо, более постоянное и вечное, чем звёздное небо. Поэтому рассказ о человеческих именах на астрономическом небе мы начнём с нездорового тщеславия, им же и закончим.

Календари. Если оставить за скобками потуги всяких царей и фараонов отождествлять самих себя с богами и небесными светилами, то ближе к нашей исторической эре мы можем встретить имена Юлия Цезаря и его племянни-

ка Августа, преобразованные в названия соответствующих месяцев года (июль и август). Названия юлианского и григорианского календарей носят, как известно, имена соответствующих правителей также не вполне справедливо. Хотя, конечно, именно Юлий Цезарь (46 г. до н. э.) и папа Григорий 13 (1582 г.) отдали соответствующие распоряжения в рамках предоставленным им полномочий (просто дальше терпеть уже было нельзя несоответствие формального календаря и фактического времени года), однако истинными авторами являлись для «юлианского» календаря астроном **Созиген** из Александрии, а «григорианского» — математик Луиджи Лилио **Гаралли** из г. Перуджи и астроном Петрус **Пилат** из г. Вероны. К слову сказать, в астрономических событиях и явлениях не используются «земные» календарные системы, все моменты времени «на небе» определяются в т. н. «юлианских датах» JD (и тут Цезарь пролез!). Момент 0,0 JD соответствует моменту полудня по юлианскому календарю 01 января 4713 г. до н. э. (начало «нашей эры» 01 января 01 г. соответствует 1721424,0 JD, а день проведения 24 Турнира Ломоносова 30.09.2001 г. — 2452183,0 JD). Эту систему, независимую ни от каких земных владык, предложил в 1583 г. Жозеф **Скалигер** (1540–1609). С системами счёта времени и небесных явлений также связаны имена **Метона** (в 433 г. до н. э. составил афинский календарь на основе «метонова цикла» в 19 тропических солнечных лет, или 235 лунных месяцев, или 6940 суток), Омара **Хайяма** (1040–1123; календарь «эра Джелали» от 16.03.1079 г., дающий ошибку в 1 сутки за 5000 лет, что намного точнее григорианского календаря), Якова Виллимовича **Брюса** (1670–1735; начал издавать с 02.05.1709 г. первый в России печатный «Брюсов календарь»).

Планеты и спутники. Многие участники Турнира утруждали себя перечислением (иногда даже правильным) планет Солнечной системы и их спутников. Однако все планеты и большинство спутников названы именами богов, богинь и божков, а не людей (это — разница!), хотя и тут имеются определённые исключения из правил. Прежде всего, 4 больших спутника Юпитера, открытые в 1610 г., до сих пор носят общее название **Галилеевы** (и справедливо!). Имена Ио, Европа, Ганимед и Каллисто предложил в 1614 г. С. Мариус, и весьма удачно, что эти первые на небе имена людей (хотя и мифологических героев и нимф, но уже не богов) тесно связаны с Зевсом (Юпитером). По тому же принципу подбирались и имена для всех последующих малых спутников Юпитера, начиная с Амальтеи, открытой в 1892 г. Э. Барнардом, — это женские имена возлюбленных Зевса, благо его таланты в этой области предоставляют весьма богатый выбор имён не на один десяток объектов (сама Амальтея — то ли дочка критского царя, то ли просто коза). Интересно, что официально наименования малых спутников Юпитера были утверждены Международным астрономическим союзом только в 1976 г. Аналогично осуществляются процедуры наименования вообще всех небесных тел или деталей их поверхности: первооткрыватель предлагает название, комиссия МАС по наименованиям рассматривает его и одобряет (или не одобряет), затем съезд МАС утверждает новое наименование.

Когда Вильям Гершель предложил назвать открытую им 13.03.1781 новую планету именем тогдашнего английского короля Георга 3, исходя из правильного понимания существа взаимоотношений учёных и местных властей, принципы

наименования небесных тел подверглись серьёзному испытанию. Чтобы устранить «английскую» опасность, француз Жозеф Лаланд тогда же предложил назвать её «планетой Гершеля», однако, восторжествовала традиция использования имён богов, и по предложению Иоганна Боде за 7 планетой Солнечной системы закрепилось название Уран. Похожая история приключилась через 65 лет в 1846 г., когда первооткрыватель Иоганн Галле, пользовавшийся расчетами Урбена Леверье для орбиты новой, следующей планеты № 8, предложил название «Янус», сам Леверье сначала предложил «Нептун», а позднее — собственное имя «планета Леверье». Эту же идею своего соотечественника горячо поддержал Доминик Араго. Имелось и предложение «планета Океан», однако утвердилось всё же имя Нептун в рамках той же «божеской» традиции.

Заканчивая с семейством юпитерианских спутников, можно сказать, что наименования большинства деталей их поверхности, столь хорошо снятой с космических аппаратов, взяты также из текстов греческих мифов об Ио, Европе, Ганимеде, Каллисто и Амальтее, а также из мифов народов Ближнего Востока и Севера. Области на Ганимеде названы именами астрономов-открывателей спутников Юпитера: **Барнард**, **Галилей**, **Мариус**, **Николсон**, **Перрайн**.

Созвездия. Первые созвездия люди начали выделять, возможно, ещё 7–8 тыс. лет назад (см. вопрос № 1 за 2000 г.). По-видимому, с тех времён на небе присутствуют такие человеческие образы, как **Близнецы** и **Дева**. Яркое созвездие, известное нам как охотник **Орион**, сын Посейдона, в Древнем Египте отождествлялось с богом Осирисом. Первое систематическое описание созвездий Зодиака и северного неба около 370 г. до н. э. привёл Евдокс Книдский (408–335 до н. э.). Среди прочих здесь можно найти следующие имена людей (хотя и мифических): «семейка» из **Цефея**, **Кассиопеи**, **Андромеды** и **Персея**, а также **Возничий** (извозчик Келлас), **Геркулес** (Геракл), **Змееносец** (Асклепий, по другой версии — Лаокоон). Эратосфен в честь жены египетского царя Птолемея 3 Эвергета (246–221 гг. до н. э.) создаёт созвездие Волосы **Вероники** (возможно, появление легенды о Веронике и этого созвездия связано с приходом кометы Галлея в 240 г. до н. э.).

Следующий новаторский «заход на небо» состоялся только в 1603 г., когда Иоганн Байер издал «Уранометрию», в которой он ввёл созвездия и их названия для южного неба, невидимого в Европе ($\delta < 45°$) Среди прочих, как дань эпохе Великих географических открытий, на небе появился **Индеец** (!), образ совсем не мифический, а собирательный. Вскоре, в 1627 г. усилиями Юлиуса Шиллера был издан атлас под названием «Христианское звёздное небо». Это и до сегодняшнего дня, пожалуй, наиболее радикальная попытка перекройки всего звёздного неба. Все языческие боги и имена героев из созвездий и планет были изгнаны и заменены на «достойных» персонажей из Священного писания. Кассиопея, например, превратилась в папский трон, Лебедь — понятно, в католический крест, а 12 зодиакальным созвездиям были присвоены имена 12 христианских апостолов. (Колышев Дмитрий: «были попытки переименования звёздного неба и даже перераспределения звёзд по созвездиям; «созвездие короля Ричарда», были попытки переименования Солнца в «Иисуса»).

Помимо «конфессиональных новшеств» на небе случались и «монархические». В 1679 г. Эдмунд Галлей на небе «на территории» Корабля Арго сфор-

мировал новое созвездие и назвал его «Дуб Карла» в честь английского короля Карла 2, который «основал» Королевскую Гринвичскую обсерваторию в 1675 г.; а истинным инициатором её создания и первым королевским астрономом, т. е. директором, был Джон Флемстид (1646–1719). Вскоре, в 1687 г. вышел звёздный каталог Яна Гевелия, который на хорошо изученном небе умудрился составить и оставить на будущее целых 8 (!) новых созвездий. Среди прочих он выделил созвездие «Щит Собесского» в честь уже своего, польского короля Яна 3 Собесского, разбившего турок под Веной, однако до настоящего времени оно дошло под названием просто «Щит». Наконец, последнее по времени «формирование» созвездий совершил в 1752 г. Никола Луи Лакайль, который провёл фундаментальные наблюдения звёзд Южного неба и дал новым созвездиям наименования, исходя из предпочтения не конкретных людей, а инструментов творческих профессий: Мастерская Скульптора (ныне — **Скульптор**), Мольберт Живописца (**Живописец**), Инструмент Гравера (Резец), Пневматическая машина (ныне — Насос, в честь Роберта Бойля), Стенные Часы (Часы, в честь Христиана Гюйгенса), Микроскоп (в честь Йенсена и Левенгука), Химическая Печь (Печь, в честь Антуана Лавуазье) и др. Созвездия Ромбоидальная Сеть (перекрестие тонких нитей в окуляре телескопа, ныне — Сетка), Столовая Гора (место обсерватории под Кейптауном) и Телескоп названы Лакайлем в честь самой науки Астрономии и её инструментов. Он также разделил «Корабль Арго» на 4 новых созвездия: Киль, Корма, Паруса и Компас Мореплавателя, и заодно «выкорчевал» Дуб Карла, ставший неуместным.

Но зато здесь уместно напомнить, что наша современная цивилизация является духовной наследницей культур Средиземноморья, прежде всего Египта, Эллады и Рима, поэтому звёздное небо, как наиболее древний памятник культуры, несёт на себе следы духовной жизни этих народов. В иных цивилизациях, развившихся независимо, например, в Китае или в Центральной Америке, звёздное небо (построение созвездий, имена звёзд и планет) принципиально иные, и не менее интересные. Также на звёздное небо не попадают какие-либо наименования, связанные с теми или иными актуально действующими мировыми религиями, ибо все они имеют ограниченное действие и среди народов, и во времени, а созвездия переименовывать ещё более глупо, чем улицы. Параллельные интерпретации имели место по отношению к созвездиям Корабль и Голубь (по мотивам «всемирного потопа»). Не удерживаются на небе и всякого рода политические «упражнения». Пожалуй, последним по времени «монархическим» наскоком стала попытка переименовать созвездие Ориона в. . . Наполеона! (может, по созвучию?).

Границы созвездий, представлявшие у древних и средневековых астрономов извилистые линии, в 1922 г. были упорядочены раз и навсегда. Решением 1 Генеральной ассамблеи Международного астрономического союза (Рим) на небе установлены 88 созвездий — участков небесной сферы (а не групп звёзд), границами между которыми служат прямые отрезки координатных линий прямого восхождения и склонения (окончательная «демаркация» утверждена в 1935 г.).

Звёзды. На всём звёздном небе в настоящее время только 275 звёзд имеют исторически сложившиеся собственные имена (из $200 \cdot 10^9$ звёзд в Галактике), и имён людей среди них совсем немного. Несомненно, яркие звёзды се-

верного неба, например, 7 звёзд Большой Медведицы, у всех народов имели свои собственные, оригинальные имена, ведь Ковш всегда служил и ориентиром, и стрелкой звёздных часов. Однако современные наименованиями этим (и многим другим) звёздам дали арабские астрономы, перенявшие астрономические знания у древних греков: α Дубхе («медведь»), β Мерак («поясница»), γ Фекда («бедро»), δ Мегрец («корень» хвоста), ε Алиот (?), γ Мицар («конь»), ν Бенетнаш («хозяин»). Долгое время в период античной цивилизации роль Полярной звезды (хотя и отстоящей на 7° от полюса) играла α Малой Медведицы, которая так и называется: Кохаб (т. е. по-арабски «северная звезда»).

Наиболее древние имена звёздам давали шумеры и египтяне, затем греки и римляне: Сириус (по-гречески «сияющая», у египтян — Исида, у римлян — «собачка» или «каникула»), Капелла («козочка»), Процион («перед псом», т. е. перед Сириусом), Антарес («соперник Ареса-Марса»), **Арктур** («медвежий страж»), Мира («удивительная» — долгопериодическая переменная), **Кастор** и **Поллукс** (Полидевк) — имена двух братьев-воинов; Канопус (место обсерватории Птолемея под Александрией), Спика («колос»), Беллатрикс («воинственная»), Гемма («драгоценный камень»), и другие. Кроме звёзд, человеческие имена греческого происхождения имеют и звёздные скопления Плеяды (7 дочерей Атланта и Плейоны — **Электра**, **Майя**, **Тайгета**, **Алкиона**, **Меропа**, **Келено**, **Стеропа**) и **Гиады** (7 дочерей Океана).

Арабы, сохранив в основном греческий рисунок созвездий, всем звёздам дали свои имена, которые в большинстве сохранились до нашего времени. Алголь («звезда дьявола» — затменная переменная), Альдебаран («идущий следом» за Плеядами), Бетельгейзе («плечо гиганта»), Ригель («нога»), Вега («падающая» от арабского названия созвездия — «падающий орёл»), Мицар («конь») и Алькор («наездник»), Денеб («хвост курицы»), Альтаир («летящий ястреб»), Регул («звезда царей»), Денебола («хвост льва»), Рас Альгети («голова коленопреклоненного»), Гамаль («подросший ягнёнок»), Ахернар («конец реки»), Фомальгаут («рот рыбы»). Поскольку мусульманские традиции не приветствуют изображения людей, то это стало причиной отсутствия людей среди имен звёзд: нам попадается только Алькор, да и то не как имя, а род занятий (наездник). Последнее по времени наименование звезды произошло в эпоху Возрождения — появилась современная Полярная звезда (у арабов она называлась «козлёнок»).

Среди звёзд, как и среди планет и созвездий, также имелись «монархические« кандидаты. В 1725 г. Эдмунд Галлей, не успокоившись «посадками» на небе дубов, назвал звезду α Гончих Псов, расположенную на ошейнике собаки Хара, — Cor Caroli («Сердце Карла»), в память Карла 1, казнённого во время Английской революции в 1649 г.

Все перечисленные названия звёзд в настоящее время имеют чисто исторический смысл, поскольку в современной астрономии звёзды различаются не по именам, а по буквенным и цифровым обозначениям. Ещё И. БайерindexБайер, И. («Уранометрия», 1603 г.) ввёл обозначения звёзд в созвездии по буквам греческого алфавита в порядке убывания видимой яркости (единственное исключение — звёзды Ковша, обозначенные в порядке следования). Более слабые звёзды обозначаются порядковым номером в соответствии с тем или иным звёздным каталогом, или просто своими координатами.

Среди звёзд имеются и такие экземпляры, которые заслужили собственные имена, но отнюдь не за свою яркость, а по иным, не менее существенным причинам. Например, звёздочка 11 величины недалеко от α Cen носит имя Проксима, поскольку она является ближайшей известной к Солнцу звездой (1,3 парсек). Звезда 9,5 величины BD $+4°$ 3 561 в созвездии Змееносца обладает самым большим собственным движением по небу (10,31 угловой секунды в год) и носит имя выдающегося астронома Эдуарда **Барнарда**. Звезда 8,8 величины BD $-45°$ 1 841 удаляется от нас со скоростью 245 км/с (больше, чем скорость вращения Галактики); за это ей присвоено имя Якобуса **Каптейна**, который исследовал собственные движения звёзд и звёздные потоки в нашей Галактике.

Галактики. Надо же было так случиться, что две самые близкие и яркие галактики — спутники нашей собственной, — столь долгое время были человечеству неизвестны из-за своего южного положения на небе. Но зато и присвоение им имени произошло сразу и вполне справедливо: в 1520 г. во время кругосветного плавания Магеллан открыл Большое и Малое **Магеллановы облака**.

Кометы. В отношении комет действует наиболее простое правило их наименования. Как правило, каждая новая комета называется именем того наблюдателя, который первым её открывает и наблюдает (соответственно, это самый простой и действенный способ «поместить» своё имя на небо). «Ловля» комет — занятие не только увлекательное, но и очень полезное (для науки), поскольку неоткрытых комет ещё неограниченно много (человечество с древнейших времён до сего дня знает около 2000 комет, а общее население облака Оорта составляет $100 \cdot 10^9$ комет). Время от времени они будут неожиданно появляться всегда, а систематическими поисками новых комет занимаются, как правило, не профессиональные астрономы, а наблюдатели-любители, которые располагают хотя и скромными инструментами, но зато достаточным запасом времени. Среди наиболее известных «ловцов комет» можно назвать Шарля **Мессье**, Каролину **Гершель**, Жана **Понса** (он открыл 33 кометы!), Вильгельма **Биэла**, Антонина **Мркоса**, Джованни **Донати**. Если комета непериодическая (т. е. если она после первого прилёта к нам «делает хвостиком» и больше не возвращается), то к имени наблюдателя добавляют и год прохождения данной кометы через перигелий. Самой крупной была Большая комета 1811 г., обнаруженная 26.03.1811 г. Оноре Фложергом, и описанная Львом Толстым в романе «Война и мир» (том 2, часть пятая, глава 22, последняя в этом томе): её голова была по размеру втрое больше орбиты Луны или по объёму в 7 раз больше Солнца! Одной из наиболее ярких и красивых была комета Донати 1858 г. (открыта 02.06.1858 г.), видная невооружённым глазом более 4 месяцев. Большая сентябрьская комета 1882 г. (открыта 01.09.1882) была столь яркой, что наблюдалась днём даже вблизи Солнца, и впервые прошла по его диску. Среди ярких комет последнего времени можно указать кометы **Хиякутаки** 1996 г. и **Хейла—Боппа** 1997 г. (ярчайшая в 20 веке).

В некоторых случаях кометы имеют двойное имя. Например, Эрнст Циннер 23.10.1913 г. переоткрыл комету, которая оказалась тождественной комете М. Джакобини 1900 г.; эта комета сейчас носит название **Джакобини—Циннера**. Вильгельм Биэла открыл 27.02.1826 г. новую комету и установил её тождество с ранее наблюдавшимися кометами 1772, 1779, 1806 гг. На примере кометы

Биэлы в последующие её приходы наблюдался процесс распада ядра и образование сопутствующего метеорного потока. Иоганн Энке в 1819 г. установил тождество комет Мешена 1786 г., Гершель 1785 г. и Понса 1818 г, и определил её орбиту. Комета **Энке** является самой короткопериодической кометой нашей системы (период 3,3 года), и за счёт близости к Солнцу её ядро очень интенсивно тает (см. вопрос № 1, стр. 965). Комета **Шумейкера—Леви–9**, приблизившись к Юпитеру, оказалась разорванной приливными силами почти на 20 отдельных обломков, которые в июле 1994 г. врезались в облачный слой Юпитера. Ну и конечно же, самая знаменитая комета — **Галлея**, приход которой к Солнцу наблюдался уже 30 раз (см. вопрос № 1, стр. 965).

Кратеры Луны. За счёт близости к Земле поверхность Луны (которая раньше считалась одной из 7 планет) изучена наиболее подробно, и содержит наиболее «богатые» россыпи имён. Луна была первым небесным объектом, на который Галилео Галилей ещё в конце 1609 г. направил свою «перспективу» (слово «телескоп» появилось позже) и обнаружил, что «поверхность Луны не гладкая, и не ровная,... а, напротив того, шероховатая, испещрённая углублениями и возвышенностями, наподобие поверхности Земли». В 1647 г. Ян Гевелий издал в Гданьске «Селенографию, или описание Луны», в которой приведены первые лунные карты, а большинству основных образований на поверхности («моря», хребты и т. п.) даны названия, сохранившиеся до сих пор. Вскоре, в 1651 г. Джованни Батиста Риччоли издал книгу «Новый Альмагест», в которой впервые лунным кратерам были присвоены имена великих философов и астрономов древности (**Аристарх**, **Аристилл**, **Аристотель**, **Архимед**, **Гиппарх**, **Платон**, **Птолемей**, **Эратосфен**) и Нового Времени (**Арзахель**, **Галилей**, **Кеплер**, **Коперник**, **Тихо**). На Луне появились кратеры, носящие как имена известных правителей (Альфонс, Юлий Цезарь, Менелай), так и других людей (Автолик, Гиппал, Гримальди, Кирилл, Клавий, Риччоли, Пикколомини, Прокл, Феофил и др.). За последующие годы на поверхности Луны добавились имена **Вейсс**, **Дарвин**, **Деландр**, **Лагранж**, **Лонгомонтан**, **Мессье**, **Пиаци**, **Лаплас** (полуостров), **Струве**, **Флемстид**, и др. В 1878 г. вышел труд директора Афинской обсерватории Юлиуса Шмидта «Карта лунных гор», в которой на наиболее подробных картах поверхности было обозначено уже 32856 лунных кратеров.

Как известно, за счёт лунной либрации наблюдению с Земли доступно всего 59% поверхности Луны. Только 7 октября 1959 г. советская станция «Луна–3» облетела Луну, сфотографировав её обратную поверхность, что позволило создать полный атлас Луны (опубликован в 1960 г.). По традиции, морям и хребтам давали имена собственные из географического или политического запаса, а кратерам — имена известных учёных. По праву первооткрывателей многие объекты на обратной стороне Луны носят имена наших соотечественников: **Белопольский**, **Блажко**, **Бредихин**, **Вернадский**, **Гагарин**, **Глазенап**, **Ковалевская**, **Королёв**, **Курчатов**, **Лебедев**, **Лобачевский**, **Ломоносов**, **Менделеев**, **Нумеров**, **Павлов**, **Паренаго**, **Попов**, **Фесенков**, **Цераский**, **Циолковский**, **Чебышев**, **Штернберг** и др. Были восполнены и списки учёных других стран: **Герц**, **Джордано Бруно**, **Жолио—Кюри**, **Жюль Верн**, **Максвелл**, **Непер**, **Пастер**, **Склодовская—Кюри**, **Цзу Чунь-чжи**, **Эдисон** и др.

В целом лунные кратеры весьма хорошо соответствуют эмпирическому правилу: число кратеров N_d с диаметром, больше чем d (в метрах), примерно равно $N_d \approx 5 \cdot 10^{10} d^{-2,0}$ на 10^6 км^2 лунной поверхности. Это правило действует от больших морей 1000 км диаметром до маленьких ямок в 1 см. Соответственно, на видимой стороне Луны около $2 \cdot 10^6$ кратеров диаметром более 1 км, и около $2 \cdot 10^{12}$ — диаметром более 1 м (есть ещё запас для названий!).

Каталоги. Самым древним в Европе является звёздный каталог, составленный около 280 г. до н. э. Аристиллом и Тимохарисом в Александрии. В 127 г. до н. э. Гиппарх создал свой звёздный каталог, который содержит положения 1022 наиболее ярких звёзд в 48 созвездиях (древнейший из сохранившихся до наших дней). Известными составителями звёздных каталогов были ас-Суфи (960), Улугбек (1425), Гевелий (1687), для южного неба — Галлей (1678) и Лакайль (1763). К сожалению, в дальнейшем каталоги положения звёзд (т. н. фундаментальные) составлялись коллективами астрономов и носят имена, как правило, тех или иных обсерваторий. Соответственно, звёзды, вошедшие в них, обозначаются по номерам этих каталогов. Пожалуй, единственным широко известным исключением является каталог Шарля **Мессье** (1781). Он занимался с 1756 г. «ловлей комет», и чтобы не путать новые кометы с часто встречающимися постоянными туманными образованиями на небе, Мессье составил специальный каталог из 103 объектов. Впоследствии выяснилось, что в него попали наиболее яркие туманности нашей Галактики, звёздные скопления, и соседние галактики. Так, номер M1 носит знаменитая Крабовидная туманность, M31 — Туманность Андромеды.

Менее известны, но чаще употребляются специалистами каталоги звёзд, имеющих какие-либо особенности, например, каталоги Генри **Дрепера** (HD), **Вольфа**, **Росса**, **Крюгера**. Часто встречаются звёзды, обозначаемые «**Глизе**» — по имени составителя каталога ближайших звёзд.

Сверхновые. Обычно сверхновые звёзды обозначаются просто годом их вспышки, но два экземпляра удостоились высокой чести носить великие имена. Сверхновая **Тихо Браге** вспыхнула 11.11.1572 в созвездии Кассиопеи и достигала блеска Венеры (в 1952 г. на её месте был обнаружен радиоисточник). В созвездии Змееносца 10.10.1604 вспыхнула сверхновая **Кеплера**, которую одновременно с ним также наблюдали Галилей и Д. Фабрициус. Вспышки сверхновых — явление достаточно редкое (6 событий в Галактике за последние 1000 лет), поэтому только для этих 2 галактических сверхновых имеются достаточно полные наблюдательные данные об изменении блеска. Достаточно часто наблюдаются сверхновые в других галактиках, но они, разумеется, столь слабы, что могут наблюдаться только инструментальными методами, и имён не получают.

Феномены. Рассмотрев выше употребление человеческих имён в различных типах астрономических объектов, отметим, что ещё большее распространение (и большие заслуги!) имеют имена выдающихся учёных, увековеченные в астрономических и астрофизических законах, явлениях, особенностях и правилах, носящих имена своих первооткрывателей и исследователей.

Имя	Феномен	Особенности
Альвена (1908–1995)	Волны	Поперечные магнитогидродинамические волны, распространяющиеся вдоль линий магнитного поля в магнитосферах, Солнце, радиоисточниках
Ангстрем (1814–1874)	10^{-8} см = 0,1 нм	Внесистемная единица длины в спектроскопии
Бальмера (1825–1898)	Серия	Линии атома водорода в видимой части спектра
Бальмера (1825–1898)	Скачок	Резкое изменение интенсивности в спектрах звёзд около границы Б. серии
Вавилова (1891–1951)— Черенкова (1904–1990)	Излучение	Электромагнитные волны, излучаемые электрическими зарядами, движущимися в среде быстрее фазовой скорости света (в космической плазме)
Видманштеттена (1753–1849)	Фигуры	Характерные продольные и поперечные полосы на отполированной и протравленной поверхности железного метеорита
Вина (1864–1928)	Смещение	Максимум излучения абсолютно чёрного тела при увеличении температуры смещается к коротким волнам
Вольфа (1816–1893)	Числа	Относительные числа, пропорциональные площади, занимаемой солнечными пятнами
Вольфа (1827–1905) –Райе (1839–1906)	Звёзды	Тип горячих звёзд с яркими и широкими спектральными эмиссионными линиями водорода, гелия и др.
Воронцова—Вельяминова (1904–1999)	Галактики	Близкие взаимодействующие и пекулярные галактики, форма которых сильно искажена взаимным гравитационным влиянием
Гаусс (1777–1855)	1 Гс = 1 Э = = 79,58 А · в/м	Внесистемная единица напряжённости магнитного поля
Герц (1857–1894)	1 Гц = 1 $с^{-1}$	Внесистемная единица частоты
Гиппарха (180–125 до н. э.)	Звёздные величины	Логарифмическая шкала освещённостей от небесных объектов (у Гиппарха: от 1-й величины — самые яркие, до 6-й — самые слабые звёзды)
Гулда (1824–1896)	Пояс	Ответвление от нижнего края ближайшего к Солнцу рукава Галактики в созвездии Ориона
Дайсона (1923–)	Сфера	Гипотетические объекты астроинженерной деятельности высокоразвитых цивилизаций
Джинса (1877–1946)	Неустойчивость, Длина, Масса	Гравитационная неустойчивость межзвёздной среды, характерные масштабы и массы, на которые распадается межзвёздный газ (плазма) в зависимости от его параметров
Доплера (1803–1853)	Уширение	Увеличение ширины спектральных линий за счёт собственных движений излучающего вещества

Доплера—Физо (1819–1896)	Эффект	Изменение длины волны светового излучения при движении излучающего объекта вдоль луча зрения (измерение лучевых скоростей)
Зеемана (1865–1943)	Эффект	Расщепление спектральных линий под действием магнитного поля
Зельдовича (1914–1987)	«Блины»	Модель структурных неоднородностей в ранней Вселенной
Каптейна (1851–1922)	Звёздные потоки	Не беспорядочные, а доминирующие встречные собственные движения звёзд в Галактике (т. н. «галоша» Каптейна)
Кельвина (Томсон, 1824–1907)	1 К — градус температуры	Базовая единица температуры, 1 К = 1/273,16 часть термодинамической температуры тройной точки воды
Кеплера (1571–1630)	Орбиты	Эллиптические орбиты планет, в одном из фокусов которых находится Солнце
Кирквуда (1814–1895)	«Люки»	Отсутствие астероидов в распределении по орбитам в местах гравитационных резонансов с Юпитером
Койпера (1905–1973)	Пояс	Зона за орбитой Нептуна (40–200 а. е.), содержащая до 10^{10} астероидов и ядер комет (известно более 200), источник короткопериодических комет
Комптона (1892–1962)	Рассеяние	Рассеяние фотонов света на свободных электронах
Лагранжа (1736–1813)	Точки	Выделенные точки на поверхностях равного гравитационного потенциала в системе двух тел
Лаймана (1874–1954)	Серия	Спектральные линии атома водорода в ультрафиолетовой области
Маркаряна	Галактики	Галактики с яркими эмиссионными линиями в спектре и избытком УФ излучения, объекты активного звёздообразования
Ольберса (1758–1840)	Парадокс	Фотометрический парадокс, состоящий в том, что в бесконечной Вселенной с равномерно распределенными звёздами яркость неба должна превышать яркость Солнца; ввел межзвёздное поглощение света
Оорта (1900–1992)	Облако	Содержит до 10^{11} кометных ядер на расстояниях до 10^5 а. е. от Солнца, источник долгопериодических комет
Пашена (1865–1947)	Серия	Линии излучения атома водорода в инфракрасной области
Пикеринга (1846–1919)	Шкала	Классификация звёздных спектров на основе относительных интенсивностей линий (OBAFGKM)
Планка (1858–1947)	Закон	Распределение интенсивности излучения абсолютно чёрного тела по спектру
Рентгена (1845–1923)	Излучение	Электромагнитное излучение в диапазоне 0,1–100 Ангстрем

Роша (1820–1883)	Полость, предел	Область вокруг одного из тел двойной системы, содержащая 1-ю точку Лагранжа; при переходе вещества звезды за полость Р., оно может перетекать на другой компонент; минимальный радиус орбиты спутника, при котором он не разрушается приливным гравитационным воздействием
Рэлея (1842–1919)—Тейлора (1886–1975)	Неустойчивость	Рост малых отклонений параметров среды от равновесных значений при ускорении или гравитации
Сейферта (1911–1960)	Галактики	Тип активных галактик с яркими звёздоподобными ядрами и широкими эмиссионными линиями в спектре
Скиапарелли (1835–1910)	«Каналы»	Гипотетические образования на поверхности Марса линейной структуры с сезонными изменениями
Стремгрена	Зоны	Разделение межзвёздной среды на области нейтрального газа и ионизованного водорода (H II), или зоны Стремгрена
Тициуса (1729–1796)—Боде (1747–1826)	Правило	Эмпирическое правило зависимости размера орбиты от номера планеты в Солнечной системе
Урка	Процесс	Рождение пар нейтрино-антинейтрино при взаимодействии релятивистских электронов с ядрами и вынос ими энергии из недр звезды, введён Гамовым (1904–1968) («урка» — вор)
Фарадея (1791–1867)	Эффект	Вращение плоскости поляризации света в магнитном поле
Фраунгофера (1787–1826)	Линии	Тёмные линии поглощения в спектре Солнца
Хаббла (1889–1953)	Смещение	Переход спектральных линий в спектрах галактик в более красную область спектра из-за расширения Вселенной и Доплер-эффекта
Хербига—Аро	Объекты	Звёздоподобные газовые сгущения, ускоряемые звёздным ветром и дающие эмиссионный спектр
Чандрасекара (1910–1995)	Предел массы	Верхний предел массы для устойчивого белого карлика; 1,36 M_C массы Солнца
Шварцшильда (1873–1916)	Сфера	Область внутри гравитационного радиуса тела; граница чёрной дыры
Штарка (1874–1957)	Эффект	Расщепление спектральных линий в электрическом поле
Эддингтона (1882–1944)	Светимость	Предельное излучение звезды массы M за счёт внутренних источников энергии $L_Э = 10^{38} \times \times M/M_C$ (эрг/с)
Эйнштейна (1879–1955)	Кольцо	Преобразование изображения далёких квазаров в вытянутые структуры за счёт эффекта гравитационных линз

Янский (1905–1950)	1 Ян $= 10^{-26}$ Вт $\times$ $\times$ м$^{-2} \cdot$ Гц$^{-1}$	Внесистемная единица спектральной плотности потока излучения в радиоастрономии

Инструменты. Следующим случаем, когда при астрономических наблюдениях упоминаются те или иные заслуженные имена, является использование тех или иных оптических и механических схем телескопов или приспособлений к ним. Телескопы, их фокусы, окуляры и монтировки носят имена: **Ньютона**, **Гюйгенса**, **Барроу**, **Грегори**, **Кассегрена**, **Ричи—Кретьена**, **Несмита**, **Шмидта**, **Максутова**, **Иоаннисиани**.

Астероиды. В космической отрасли доброй традицией стало присвоение научно-исследовательским космическим аппаратам имён выдающихся астрономов прошлого. В настоящее время осуществлены или продолжают свою работу космические аппараты: **Гиппарх**, **Хаббл**, **Галилео**, **Кассини**, **Шумейкер**, и др.

Однако, помимо всех вышеперечисленных типов объектов и явлений на астрономическом небе, которые носят имена тех или иных людей, наиболее известным публике и популярным является присвоение собственных имен малым планетам Солнечной системы, т. е. астероидам. Ежегодник Российской академии наук «Эфемериды малых планет» на 2002 г. дает сведения о 20 957 нумерованных малых планетах (всего их известно около 30 000). Имена собственные из них имеют примерно половина.

Если раньше открытые новой малой планеты было делом случая или плодом долговременных усилий любителей астрономии, то в настоящее время ведётся несколько международных программ по сканированию неба на крупнейших телескопах в автоматическом режиме. Целью этих программ является уже не открытие новых планет, а «исчерпание» пространства Солнечной системы до заданного уровня яркости (т. е. размера) малых тел, и полная («репрезентативная») их каталогизация. Поскольку число малых тел растёт степенным образом при уменьшении их размера (величине 1 км соответствует оценка в 70000 шт.), то МАС недавно принял решение, что в будущем имена собственные будут присваиваться только тем малым телам, размер которых превысит 3 км, а все прочие останутся просто с номером. Так что двухвековая история по «размещению» имён богов и людей на малых планетах, похоже, приближается к завершению (хотя нам известно не более 10% всех астероидов).

В качестве определённого курьёза можно упомянуть недавнее (25.10.2001) предложение одного из специалистов по автоматической системе наблюдения малых тел LINEAR (Lincoln Near Earth Asteroid Research), в рамках которой в последнее время происходит большинство открытий астероидов, присвоить им имена победителей ежегодного исследовательского конкурса среди студентов «Лучший молодой учёный года».

«Урка-процессы». Последнее время среди не слишком образованных (и не слишком скромных) людей распространилась «мода» покупать себе имена звёзд, благо существует достаточное количество заведений, готовых такую услугу предоставить. Следует помнить, что даже получив какой-нибудь красивый «сертификат» о присвоении Вашего (или иного) имени какой-либо звезде, это дело полностью останется только между Вами и соответствующей «конторой»; к ре-

альному звёздному небу это присвоение не будет иметь **никакого** отношения. Ну, а если кому-то очень хочется... — можно свои сольдо и в землю закапывать: глядишь, прорастут!

Вопрос. *Какие Вы знаете имена «спонсоров» астрономии?*

Комментарий. Выше уже было рассмотрено, почему в список «спонсоров» не включены такие личности, как Юлий Цезарь и папа Григорий 13. Собственно благодетелем (или меценатом, или по-иностранному «спонсором») можно называть такого человека, который оказывает существенную материальную поддержку исследованиям, тогда как в круг его прямых служебных обязанностей это не входит.

Пожалуй, первым в истории к этой категории можно отнести египетского фараона **Нехо**. По его приказу около 600 г. до н. э. финикийцы осуществили плавание, стартовав из Красного моря и вернувшись к Геркулесовым столбам через 3 года, при этом обойдя вокруг всей Африки! Известно, что древние мореходы (египтяне и финикийцы) активно осваивали северную часть Индийского океана, вдоль берегов Южной Азии и Восточной Африки. Понятно также, что географические открытия всегда имеют свою логику, помимо чисто научной (см. вопрос № 8, стр. 1022). Однако данная космографическая задача заведомо выходила за рамки только экономических интересов того царства и того времени.

В 331 г. до н. э. египетский царь **Птолемей 1** Сотер основал Александийский Музей (Дом Муз), представлявший собой целый комплекс научных и учебных учреждений, являвшийся центром научной мысли эпохи эллинизма. При Музее была обширнейшая библиотека, регулярная астрономическая обсерватория. Из Александрийского Музея вышли такие великие учёные древности, как Аристарх, Аристилл, Евклид, Эратосфен и др. Музей был варварски разгромлен фанатиками-христианами в 415 г., при этом часть учёных была убита, и среди них — первая женщина-астроном Гипатия Александрийская (370–415), математик и философ, дочь математика Теона.

В 786 г. халифом в Багдаде становится **Гарун ар-Рашид**. По его указанию и с участием учёного Джабира основывается Дом Мудрости (Знаний) — фактически академия наук исламского мира. С 813 по 833 гг. в Багдаде правил сын Гаруна халиф **аль-Мамун**, который покровительствовал математике и астрономии. В 827 г. по его повелению (и при его финансировании) были проведены градусные измерения дуги меридиана в долине Синджар, осуществлён перевод труда Птолемея на арабский язык («Альмагест»); в 829 г. в Багдаде основана астрономическая обсерватория. С Домом Мудрости связана деятельность великого учёного аль-Хорезми.

В 1248 г. король Кастилии **Альфонс 10** (1223–1284) собрал в Толедо большую группу арабских, еврейских и европейских астрономов для расчётов и исправления планетных таблиц Птолемея, которым к тому времени уже было более 11 веков, и ошибки в которых стали более чем заметными. Итоговый труд этого «временного трудового коллектива», отражающий эфемериды планет с высочайшей на то время точностью, получил название «Альфонсовы» таблицы (1252 г.).

Около 1425 г. близ Самарканда было закончено строительство величайшей в мире астрономической обсерватории. Руководил проектом внук «Великого

Хромца» Тимура **Улугбек** (1394–1449), который вошёл в историю человечества, как великий астроном средневековья, а по совместительству (в свободное от науки время) работал ханом. Главным инструментом обсерватории Улугбека был квадрант гигантских размеров — радиусом 42,9 м (чем больше радиус, тем выше точность угловых измерений). Улугбек также собрал у себя многих выдающихся учёных, и по результатам наблюдений на его обсерватории в 1437–1449 гг. был издан т. н. «*Зидж Улугбека*» или «Новые астрономические таблицы» — фундаментальный труд мусульманской науки, содержащий изложение теоретических основ математики, тригонометрии и астрономии, а также каталог положений 1019 звёзд. Каталог Улугбека — первый звёздный каталог после Гиппарха, а его точность осталась лучшей до работ Тихо Браге. Астрономические занятия хана не понравились религиозным ортодоксам (видимо не слишком сочетались с «правильной» верой), и по заговору духовенства Улугбек был убит, а его обсерватория варварски разрушена «по-большевистски», т. е. до основания, «неправильные» книги Улугбека были сожжены, а его сотрудники были вынуждены спасаться бегством. Сейчас в Самарканде на месте обсерватории создан музей Улугбека, и можно видеть только ту часть квадранта, которая находилась под землей, на глубине до 11 м.

В 1471 г. Иоганн Мюллер (более известный в астрономии под именем Региомонтан, 1436–1476) после ряда скитаний по городам беспокойной Европы направился в богатый торговый город Нюрнберг. Там он надеялся осуществить свои планы по созданию астрономических угломерных инструментов из металла, а следовательно, более точных, типографию для издания астрономических трудов и таблиц. К счастью, его надежды оправдались в лице богатого мецената **Бернгарда Вальтера**, который не только дал деньги на инструменты, но и сам принимал участие в наблюдениях на них в новой Нюрнбергской обсерватории. В 1472 г. Региомонтан издал в Нюрнберге книгу Пурбаха «Новая теория планет», а в 1474 г. — результаты своих наблюдений в виде «Эфемерид» на 1475–1506 гг., с таблицами положений Луны, Солнца, планет и предстоящих затмений. Этими эфемеридами в своих плаваниях пользовались Колумб, да Гама, Веспуччи и другие мореходы (см. вопрос № 8, стр. 1022).

По тем же принципам, что и Региомонтан, спустя век, в 1576 г. Тихо Браге (1546–1601) начал создавать на острове Вен около Копенгагена свою обсерваторию «Ураниенборг» («Небесный за́мок»). Его спонсором выступил король **Фридрих 2**, который предоставил этот остров в его распоряжение и обеспечил финансовую поддержку, достаточную для создания лучшего наблюдательного центра в Европе. Первоначально использовался «большой квадрант» радиусом 6 м, но впоследствии Браге также перешёл на меньшего размера, но более точные инструменты из металла. В Ураниенборге Браге за 20 лет наблюдений составил каталог 788 звёзд с точностью 0,5 угловой минуты, что в 20 раз точнее измерений Птолемея и осталось пределом точности для безоптических угломерных инструментов. В 1590 г. Браге подарил наследному принцу механический звёздный глобус, но когда в 1597 г. Христиан 4 стал королём, он закрыл финансирование, и Ураниенборг прекратил своё существование.

Тихо Браге со всеми инструментами, книгами и результатами наблюдений перебрался в Прагу, к императору **Рудольфу 2**, который принял на себя его

обеспечение. Браге обещал обработать свои многолетние наблюдения и издать их в виде «Рудольфовых» таблиц. Когда Браге скоропостижно скончался, эта задача досталась «по наследству» его помощнику и ученику Иоганну Кеплеру. Труды «Первого императорского математика» на основе наблюдений Тихо Браге привели впоследствии к открытию первых законов небесной механики. Они были изданы Кеплером в 1627 г. под названием «Рудольфинские таблицы всей астрономической науки, начатые впервые Тихо Браге, продолженные и доведённые до конца Кеплером» и явились первыми планетными таблицами, рассчитанными на основе уже гелиоцентрической системы мира. Они были значительно точнее своих предшественников и ими пользовались все астрономы в течение полутора веков.

Ещё в 1589 г. герцог Тосканы Фердинандо Медичи предоставил Галилео Галилею должность профессора математики в Пизанском университете, которую Галилей занимал до 1592 г. (в этот период он проводит свои знаменитые опыты на Пизанской башне). Впоследствии Галилей является профессором в Падуанском университете, который подчинялся Венецианской республике. Поэтому именно Дожу он демонстрировал свою «перспективу» (подзорную трубу с увеличением $8^{\times}$), как подарок Венеции. Однако, последовавшие в 1609–10 гг. фантастические астрономические открытия, сделанные Галилеем уже с трубой $30^{\times}$, не только резко изменили его собственные творческие и жизненные планы, но, являясь источником принципиальных идеологических споров с инквизицией, поставили перед ним задачу поиска достаточно «мощного прикрытия». В ожидании возвращения во Флоренцию Галилей даже составил благоприятный гороскоп для болевшего Фердинанда, но... герцог умер. На престол взошёл бывший ученик Галилея **Козимо 2 Медичи**. Естественным шагом в этой ситуации для Галилея было предложить назвать открытые в 1610 г. спутники Юпитера «*Медичейскими*» звёздами. Несмотря на нападки со стороны большинства современных ему учёных (ибо столь совершенных инструментов ни у кого просто ещё не было, а выводы из своих наблюдений Галилей делал слишком серьёзные), в том же 1610 г. Галилей получил титул «философа и первого математика великого герцога Тосканского», что означало не только материальное, но и политическое обеспечение Галилея в его дальнейших отношениях со Святым престолом (можно ли эту «около-астрономическую» историю считать примером спонсорства? — судить читателю).

Ян Гевелий был сыном состоятельного человека и с детства увлекался астрономией. Поэтому позже, когда он уже стал мэром(!) города Гданьска, он смог употребить свои немалые средства на создание в 1641 г. первоклассной по тем временам обсерватории. **Ян Гевелий** использовал уже линзовые системы и весьма точные угломерные инструменты; в наблюдениях помогала его жена Елизавета. Чтобы преодолеть хроматическую аберрацию линз, Гевелий увеличивал их фокусное расстояние. Он проводил наблюдения планет с телескопом, имевшим фокусное расстояние 20 м, а затем построил гигантский телескоп длиной 45 м! Он представлял собой продольную полую конструкцию, подвешенную на высоком столбе и управлявшуюся системой корабельных канатов. В наблюдениях Гевелий достиг рекордных результатов: он наблюдал дифракционные диски звёзд. Основными его трудами стали «Селенография» с подробным описанием

поверхности Луны, «Кометография» — первый систематический обзор всех наблюдавшихся комет, и знаменитый звёздный атлас Гевелия с координатами 1564 звёзд, более точными, чем у Браге, и новыми созвездиями.

В 1713 г. Английское адмиралтейство объявило конкурс и **премию** за изобретение часов, пригодных к использованию на море для определения долготы корабля. В зависимости от достигнутой точности премия составляла за 1° — 10000, за (2/3)° — 15000, за 0,5° — 20000 фунтов стерлингов! Проблема долготы имела давнюю историю (см. вопрос № 8, стр. 1022), и многие морские державы серьёзно пострадали из-за ошибок навигации по долготе (аналогичные премии устанавливали и Филипп 2 Испанский, и Людовик 14, и Голландия). В 1736 г. Джону Харрисону (1693–1776) удалось построить удачную систему компенсационного крутильного маятника, и на его основе — первый *морской хронометр*, пригодный на практике. В 1753 г. Тобиас Майер (1723–1762) опубликовал «Новые таблицы Луны и Солнца», которые позволяли с помощью них и хронометра определять положение корабля по долготе в открытом море с требуемой точностью.

В 1831 г. по инициативе и под руководством профессора Московского университета, впоследствии академика Д. М. Перевощикова (1788–1880) была основана *Обсерватория Московского университета*. Она была создана у Пресненской заставы на даче, пожертвованной Московскому университету его почетным членом **З. П. Зосимой** (ныне Красная Пресня — почти центр Москвы).

17(30) ноября 1908 г. любитель астрономии **Н. С. Мальцов** передал в дар Пулковской обсерватории свою собственную астрономическую обсерваторию в г. Симеизе. На Симеизской обсерватории в 1925 г. был установлен крупнейший в СССР рефлектор диаметром 102 см, на котором были выполнены фундаментальные работы по определению лучевых скоростей звёзд, открытию многих малых планет. В 1946 г. на базе Симеизской обсерватории была организована Крымская астрофизическая обсерватория — наиболее мощная в СССР до эпохи 6 м телескопа.

Среди «спонсоров» здесь не названы Людовик 14 и его министр Кольбер (в 1672 г. основали Парижскую обсерваторию), Карл 2 (основал в 1675 г. Гринвичскую обсерваторию), Пётр 1 (создал в 1701 г. «Навигацкую школу»), Николай 1 (основал в 1839 г. Пулковскую обсерваторию). Но не потому, что к кому-либо из них можно предъявить какие-либо претензии или кто-то «нам не нравится». Просто основание научных учреждений и вообще забота о фундаментальных науках — это естественное дело для государственных людей, их «прямая служебная обязанность». Иное дело, что среди руководителей того или иного государства бывают достойные люди, а бывают — так себе.

Вопрос. *Какой в 2001 г. астрономический юбилей?*
Комментарий. Астрономические юбилеи 2001 г. представлены здесь в виде хронологической таблицы.

Юбилей	Год	Событие
Важные юбилеи:		
200	1801	Пиацци открыл первый астероид — Церера

300	1701	Пётр 1 основал «Школу математических и навигацких хитростно искусств учения» — начало астрономического образования в России.
«Некруглые даты»:		
40	1961, 12.04	Полёт Юрия Гагарина
40	1961, 12.02	Запуск АМС «Венера-1» — начало советской планетной программы
40	1961, 18.04	Первая радиолокация Венеры
60	1941	Д. Д. Максутов (1896–1964) создал менисковый телескоп
70	1931	Ф. А. Цандер (1887–1933) основал ГИРД — предтечу советской космонавтики
70	1931	К. Янский (1905–1950) обнаружил радиоизлучение от Млечного пути — начало радиоастрономии
70	1931	Образование ГАИШ МГУ
80	1921	Начало издания Астрономического ежегодника, издание ГВИ
100	1901	Открытие Энгельгардтовской обсерватории КГУ
110	1891	П. Н. Лебедев (1866–1912) открыл давление света
120	1881	Н. И. Кибальчич описал реактивный аппарат для полетов в межзвёздное пространство
130	1871	Б. Леви (1833–1907) создал телескоп системы «кудэ»
150	1851	Ж. Фуко — опыт с маятником в Парижском Пантеоне
170	1831	Основание Обсерватории Московского университета
180	1821	Основан первый астрономический журнал «Astronomishe Nachrichten»
190	1811	Рекордная «Большая комета 1811 г.» (см. «Война и мир», т. 2 ч. 5 гл. 22)
220	1781	Каталог Мессье
220	1781, 13.03	Гершель открыл Уран
240	1761	Ломоносов открыл атмосферу Венеры на диске Солнца
330	1671	Пикар провёл измерение меридиана
360	1641	Ян Гевелий построил обсерваторию в Гданьске
390	1611	Галилей и Фабрициус открыли пятна и вращение Солнца
430	1571	Родился И. Кеплер
450	1551	Рейгольд издал «Прусские таблицы»
470	1531	На примере кометы Галлея открыто явление отклонения хвостов комет от Солнца
530	1471	Регионтан основал Нюрнбергскую обсерваторию
600	1401	Родился великий мыслитель Николай Кузанский (1401–1465), предшественник Коперника
720	1281	В Китае введен календарь 1 год = 365,2425 суток
2120	≈ -120	Гиппарх открыл прецессию
2230	≈ -230	Эратосфен измерил Землю
2270	≈ -270	Аристарх измерил расстояние от Земли до Солнца
2300	≈ -300	Евклид описал небесную сферу
3100	≈ -1100	В Китае основана обсерватория, определён наклон эклиптики

Типичные ошибки.
— Плутон — планета, названная именем жившего человека.
— Американец полетел за деньги в космос, чем приблизил начало массового освоения космического пространства.
— 40 лет выхода человека на Луну.

Нетривиальные версии.
— Белая Медведица.
— Спонсором астрономии является Альфред Нобель.
— Спонсор — Билл Гейтс.
— Юбилей Вифлеемской звезды.
— Юбилей Большого Взрыва.

Примочки и пеночки.
— В основном можно встретить имена греков.
— Там есть ещё имена богов, но они не люди.
— Нептун — тоже человек!
— Персей и Персефона.
— Один учёный назвал новую планету именем своего кота.
— Галилей спонсировал, но заели конкуренты.
— Царь России Николай 1 заказал мощный телескоп.
— Спонсор — собака Стрелка.
— Свободное посещение космоса людьми, как притоны — за деньги.
— Спонсором астрономии в РФ является Минфин РФ.
— Я знаю юбилей, что в 2001 г. затопили станцию МИР.
— Кока-Кола — спонсор затопления станции МИР.

Вопрос № 7. *В какую сторону света ориентированы следующие сооружения и почему.*
Комментарий.

> «Также удачно закончил он великую распрю между белыми и черными магами. Белые утверждали, что нечестиво, молясь богу, обращаться на северо-восток; черные уверяли, что бог гнушается молитвами людей, обращающихся к юго-западу. Задиг приказал обращаться в ту сторону, в какую каждый хочет».
>
> Вольтер («Задиг, или Судьба»)

Совершенно естественно, что все перечисленные здесь сооружения, во-первых, ориентированы, т. е. отнюдь не располагаются случайным или хаотичным образом, а во-вторых, ориентированы с определённым умыслом. Когда люди в ту или иную эпоху тратят достаточно много времени, сил и денег на строительство, они, как правило, всё-таки думают, что они делают. Подавляющее большинство сооружений следовало тем или иным религиозным установкам своего времени, но некоторые представляют собой выбор направления по требованиям астрономии, рельефа или условий градостроительства. (Иванов Алексей: «сооружения были ориентированы в сторону, где располагались божества или определённые тайные места».)

Большой Сфинкс (Египет, ок. 2700 г. до н. э.). Находится на плато Гиза к юго-западу от современного г. Каира на западном берегу р. Нил. Представляет собой высеченную из камня (песчаник) фигуру лежащего льва с головой человека размером в десятки метров. В классической египтологии считается, что Сфинкс входит в состав комплекса Больших пирамид, и соответствующим образом датируется. Имеются и другие суждения о его возрасте, основанные главным образом на сильной эрозии поверхности Сфинкса под действием дождей в прошлые эпохи.

Подавляющее большинство школьников знает, что Большой Сфинкс направлен в сторону долины Нила и точно на восток. Дело в том, что, по представлениям древних египтян, на западе, где садится Солнце, и где простираются безжизненные пустыни, находится страна мёртвых. Соответственно, действующие храмы и поселения находились на восточном берегу Нила, а гробницы и прочие «города мёртвых» располагались, как правило, на западном. Ориентирование Большого Сфинкса на восток, на точку восхода Солнца, вызвано, по-видимому, также религиозными соображениями (религия Египта называется «солнечной» по культу бога Ра).

Некоторые авторы связывают сооружение столь грандиозного монумента в форме льва с эпохой, когда точка весеннего равноденствия находилась в созвездии Льва, более 10000 лет назад.

Стоунхендж (Британия, около 2000 г. до н. э.). Мегалитический памятник древности, расположенный недалеко от г. Солсбери. Он представляет из себя систему концентрических колец диаметром 30 м из камней-монолитов высотой до 5,5 м с лежащими на них каменными плитами (т. н. «трилиты»). Комплекс сильно разрушен. Это сооружение окружено несколькими кольцами из углублений, дополнено длинной «аллеей» с визирным камнем в её конце высотой 6 м и массой 35 т (т. н. «Солнечный» или «Пяточный камень»). Точно над ним восходит Солнце в день летнего солнцестояния. Считается, что Стоунхендж был сооружен в три этапа в период с 2000 до 1600 г. до н. э. и являлся календарно-астрономической обсерваторией (культовым сооружением, разумеется, тоже). Анализ точного положения отдельных элементов Стоунхенджа и образованных ими визирных линий по различным азимутам показал, что это сооружение с весьма высокой точностью фиксирует основные точки восхода и захода Солнца в разные сезоны года (с учётом наклона эклиптики) и Луны (с учётом наклона её орбиты). С его помощью можно не только наблюдать движение светил по небу и вести точный календарь, но и предсказывать затмения. Соответственно, можно сказать, что весь комплекс Стоунхенджа ориентирован на точку восхода в летнее солнцестояние (азимут 51,3°) или примерно на северо-восток.

Храм Соломона (Иерусалим, 950 г. до н. э.). Основной (и единственный) храм в религии иудаизма Иудейского государства (ныне не существует). Первоначально, после исхода евреев из Египта (при фараоне Рамсесе 3, около −1300 г.), «рандеву» Моисея с Богом на горе Синай, и в ходе последующих перемещений по пустыням Ближнего Востока, евреи хранили свою святыню в особом ящике («Ковчег Завета»). На стоянках вокруг Ковчега организовывалось временное святилище («Скиния Завета»), которая состояла из двора жертвоприношений, храмового помещения-палатки, затем Святая Святых, где

и находился собственно Ковчег. Структура Скинии в основных чертах повторяла основные принципы построения древнеегипетских храмов, также имевших систему уменьшающихся дворов и помещений, самое оберегаемое из которых находилось в глубине храма. Но для подчеркивания принципиального отличия от прежней, «неверной» языческой религии была изменена ориентация всего хозяйства: египетские храмы развернуты фасадом к берегу Нила, как правило, на запад, а внутренними помещениями — на восток; вход же в иудейский «походный храм» осуществлялся с востока, Ковчег хранился на его западном конце. Размеры Скинии были скромными: 50 × 100 локтей (в Египте 1 «малый локоть» = 44,4 см, 1 «царский локоть» = 52,5 см). Во время последующих походов по пустыням и стычек Ковчег успел даже побывать у филистимлян в качестве «военного трофея».

Когда иудейское государство после продолжительных войн и потрясений более-менее прочно обосновалось в Палестине, царь Соломон решил упрочить свой внутренний и международный авторитет тем же путём, как это делали многие фараоны, цари, папы и генеральные секретари и до и после него. Он провозгласил Иерусалим столицей Израиля и соорудил в −950 г. Храм Яхве по уже устоявшейся схеме Скинии. При этом в целях большей концентрации религиозного авторитета у нового жречества утверждалось, что центр Храма располагался точно над местом жертвоприношения Авраама. Расцвет этого периода Израиля был непродолжителен: в −722 г. его разгромили ассирийцы, а в −586 г. вавилоняне захватили Иерусалим и полностью разрушили храм Соломона (сам Ковчег при этом потерялся).

В −539 г. царь Кир 2 «отпустил» евреев из вавилонского «плена», и вернувшиеся в Иерусалим около −520 г. построили т. н. 2-й Храм на том же месте по той же схеме (с востока на запад). Полтысячелетия спустя Палестину заняли римские войска, и в −63 г. главнокомандующий Помпей нанёс визит в храм, и даже осмотрел помещение «Святая Святых» (Иудейское царство в дальнейшем юридически являлось «союзником» и «вассалом» Рима). Царь Ирод Великий (−37–4 гг.) на вершине горы Мориа расчистил от посторонних построек обширное пространство — квадрат со стороной 750 футов (около 225 м), существенно перестроил и украсил т. н. «внешний храм», и окружил его двор мощными стенами. В этом комплексе размещался двор менял (предтеча банков и пунктов обмена валюты), здесь же заседал Синедрион (высший религиозный орган и суд иудеев). Большинство иерусалимских сцен из Евангелия (около 30 г.) происходит именно внутри или около храма Ирода (Иудея в это время стала провинцией Римской империи).

В 66 г. вспыхнуло восстание (1-я Иудейская война), которое было подавлено римлянами самыми брутальными методами (по данным Иосифа Флавия, было убито более миллиона евреев). В 70 г. главнокомандующий Тит (будущий римский император) захватил Иерусалим и вновь полностью разрушил 2-й храм, причём в тот же день, что и вавилоняне — 1-й. В 130 г. император Адриан на месте Иерусалима повелел построить новый римский город Элиа Капитолина, а месте храма Соломона — храм Юпитера. Это вызвало новое восстание иудеев (2-я Иудейская война, 132 г.). Наконец, после того, как Палестину захватили арабы в 638 г., они на этом же месте построили свои, «более правоверные» свя-

тилища. Утверждается, что именно с того самого камня, на котором Авраам чуть было не зарезал своего сына (около –1800 г.), пророк Мухаммед вознёсся на небо в 632 г. (а Христос чуть раньше в 30 г. вознёсся буквально с соседнего холма). В настоящее время точно на месте храма Соломона находится мечеть Куббат ас-Сахра (Купол Скалы, или Мечеть Омара). До настоящего времени от храма Ирода дошли всего две руины: южная часть от западной стены внешней ограды храма (известная с 1967 г. как «Стена Плача») и заложенные блоками и застроенные т. н. «Золотые ворота» — бывшие входные арки в восточной стене. Утверждается, что эти ворота сами собой откроются в момент прихода Мессии. Эти руины однозначно обозначают и ориентацию бывшего храма: вход с востока, внутренняя часть — на западе. Часть ортодоксальных иудеев считает, что необходимо восстановить 3-й Храм на историческом месте, но есть и такое мнение, — что не сто́ит.

Колизей (Амфитеатр флавиев) (Рим, 80 г.). Чтобы городской плебс не впутывался в государственное управление и не бунтовал, Древний Рим жил по принципу: «хлеба и зрелищ»; хлеб привозили из Египта и бесплатно раздавали, а для устройства зрелищ строили цирки (для конских скачек) и амфитеатры (для сражений гладиаторов). После падения диктатуры сумасброда Нерона, с одной стороны, и успешного подавления восстания в Иудее, с другой, «солдатский» император Веспасиан решил отметить своё правление широким жестом «для блага народа». Он, а затем его сын Тит построили на месте Золотого дворца Нерона небывалый по размерам амфитеатр, получивший название «колоссальный». Колизей представляет собой овальную чашу (188×156 м) из арены (86×54 м) и круговых трибун высотой до 49 м. Его императорский статус определял его использование для торжественных представлений (преступников и христиан казнили в других местах). В настоящий список выдающихся сооружений Колизей поставлен также как пример имперского строительства, но он круглый и, естественно, никуда не ориентирован (большая ось проходит по линии восток-запад).

Айя-София (Стамбул, 565 г.) — следующий пример религиозного и имперского строительства. Никто из участников Турнира, правда, не обратил внимания на сознательный подвох: столица Восточной Римской империи, или Византии, с 330 г. называлась Константинополь. Западная Римская империя, как известно, в 476 г. прекратила своё существование, а с римским папой, претендовавшим на светскую власть, нарастало «недопонимание». Поэтому император Юстиниан (527–565) принял решение утвердить авторитет единственной великой державы тогдашнего мира, православного христианства (ну и свой собственный, заодно) тем же строительно-монтажным способом: в 563–565 гг. был построен грандиозный собор Святой Софии. Как говорят, при «сдаче» объекта Юстиниан самодовольно воскликнул: «Я превзошёл тебя, Соломон!».

Надо заметить, что христиане столь же принципиально подчеркивали своё отличие от иудаизма, как иудеи от язычества. Например, 1-й Вселенский собор 325 г., проходивший в г. Никее (куда тогдашнего папу римского Сильвестра 1, кстати, даже не позвали), помимо отработки символа веры весьма большое внимание уделил проблеме религиозного календаря (Пасхалий). Начало года было установлено на 25 марта (Благовещение) и определён порядок праздно-

вания Пасхи в первое воскресенье после первого полнолуния после весеннего равноденствия, специально, чтобы христианская Пасха, не дай бог, не совпала с Пасхой иудейской. Аналогично, все свои храмы христиане стали разворачивать в обратную сторону относительно храма Соломона: вход с запада, алтарь — на востоке (где восходит Солнце, куда смотрит Сфинкс).

Ориентация Святой Софии, естественно, следовала стандартным христианским канонам: алтарь на восток. Но когда через полторы тысячи лет Византия пала, Константинополь был захвачен турками (в 1453 г.) и переименован в Истанбул, мусульмане решили не разрушать «неправильный» храм (сказался дефицит строительной техники в тот момент), а просто его переиначить «по-правильному». Собор переименовали в Айя-Софию, михраб поместили в юго-восточный угол собора (направление на Мекку), рядом позднее построили минареты. Из-за этой переделки Айя-София, возможно, единственная мечеть, в которой молящиеся вынуждены располагаться под углом относительно основного объёма здания.

Боробудур (о. Ява, около 800 г.) — знаменитый буддийский храм. Он представляет собой пирамиду из 10 ярусов общей высотой 100 футов (30 м) на квадратном основании со стороной 400 футов (122 м). Верхние ярусы пирамиды имеют круглую форму, на них размещены 504 статуи Будды и 1460 барельефов на религиозные сюжеты. Общая структура храма (круг в квадрате, или «мандала») отражает модель устройства Вселенной по представлениям буддизма; посетитель Боробудура по мере подъема на верхние ярусы как бы попадает на более высокие уровни духовного «просветления». Квадратное основание Боробудура ориентировано строго по сторонам света (север-юг, запад-восток).

Храм Воинов (Чичен-Ица, 10–16 вв.) — одно из сооружений (40×40 м) грандиозного комплекса майя в древнем городе Чичен-Ица на территории Мексики (название храма условное). Как полагают специалисты по религии древних народов Центральной Америки, осуществление жертвоприношений (в т. ч. человеческих) имело целью не только «задобрить» богов или «улучшить» условия пребывания погибших воинов в потустороннем мире, но и «восполнить» кредит времени существования, который «отпущен» этому миру. Соответственно, большие жертвоприношения могли продлить существование народа и государства на больший срок. На вершине храма Воинов, где убивали жертвы, находится статуя бога Чак-Мооль, который смотрит на запад, в сторону заходящего Солнца и богов потустороннего мира; соответственно с востока на запад ориентирована и пирамида храма Воинов.

Ещё более определённую астрономическую привязку по сторонам света имеет расположенная рядом, в составе того же религиозного комплекса квадратная пирамида Кукулькан («Пернатый Змей»), имеющая 9 ярусов-ступеней и 4 лестницы по сторонам. По легенде, этот Змей в нужное время спускается с неба на землю. Пирамида выстроена таким образом, что на закате в день равноденствия (когда Солнце точно на западе) тень от уступов пирамиды образует на западном торце северной лестницы пирамиды ломаную тень в виде медленно извивающейся «сползающей» змеи. Для правдоподобия снизу лестницы даже приделана огромная каменная голова Змея.

Квадрант Улугбека (Самарканд, 1425 г.). Многие участники писали, что «квадрат» ориентирован то ли углом на север, то ли по сторонам света. Правильные ответы дали Архангельский Всеволод и Одиноков Алексей: «квадрант Улугбека ориентирован на юг, это позволяло вычислять кульминации светил и время прохождения через небесный меридиан».

Прежде всего, нужно сказать, что до изобретения телескопа в астрономии для измерения угловых расстояний между светилами применялись квадранты (1/4 часть круга или 90°), секстанты (1/6 или 60°) и октанты (1/8 или 45°). Эти инструменты (из дерева, затем из металла) представляли собой соответствующую часть круга, в центре которого закреплялась планка визира, свободный конец которого мог скользить вдоль угломерной шкалы, отградуированной по дуге. Как правило, угломерные инструменты фиксировались в плоскости меридиана постоянно (стенные квадранты), и измерение координат звёзд при этом сводилось к измерению их высоты над горизонтом в момент кульминации. Естественно, что плоскость квадранта при этом направлена на юг.

Улугбек (1394–1449) был внуком Тимура и Ханом Самарканда, но мы его помним как Великого астронома (ханов — как тараканов, а Улугбек — один). В 1425 г. он построил величайшую в мире (по тому времени) астрономическую обсерваторию. Здание обсерватории имело форму круга в плане и высоту около 30 м. Главным инструментом обсерватории Улугбека был квадрант гигантских размеров — радиусом 42,9 м (чем больше радиус, тем выше точность угловых измерений). Фактически здание обсерватории служило для него «футляром», при этом верхняя часть дуги квадранта доходила до крыши здания, а нижняя уходила даже ниже уровня почвы; она была вырублена в скале на глубину до 11 м, и благодаря этому сохранилась до наших дней. Дуга квадранта представляет собой двойной мраморный «рельс» шириной 2 м, вдоль которого на мраморных плитах нанесена градусная шкала. Наблюдались светила через окошко в южной стене, в месте геометрического центра круга квадранта, а их вертикальная координата фиксировалась в момент прохождения меридиана на дуге с помощью подвижных визиров. Наблюдатель мог перемещаться вдоль рельса по специальным ступеням, и за счёт громадных размеров инструмента измерять координаты звёзд с невиданной точностью (1 секунда дуги соответствует 0,2 мм на шкале). Точность звёздного каталога «Зидж Улугбека», первого каталога после Гиппарха, осталась непревзойдённой до работ Тихо Браге. Естественно, что квадрант Улугбека ориентирован строго на юг (его отклонение не превышает 10 угловых секунд! = 2 мм!).

В отличие от большинства сооружений из рассматриваемого списка, квадрант Улугбека не имел никаких религиозных функций, а был исключительно научным наблюдательным инструментом — вот именно за это священники его и убили.

Собор Святого Петра (Рим, 1506–1612 г.) — главный собор католической церкви. За 1000 лет со времен падения Римской империи римские папы серьёзно укрепили свою не только духовную, но и светскую власть: папа был Главным начальником Запада, а все короли и императоры были у него «на посылках». Естественно, что такое положение вещей потребовало и надлежащего оформления в виде очередного грандиозного сооружения.

На правом (западном) берегу Тибра у подножия Ватиканского холма располагался цирк Нерона (от него, кстати, остался обелиск из Гелиополя, который до сего дня стоит на площади Св. Петра). По преданию, в 66 г. по приказу того же Нерона в цирке казнили, обвинив в поджоге Рима, проповедника новомодного тогда суеверия Петра и прочих «неправильных» христиан. (Пётр имел в тот момент Иудейский паспорт, а вот другой христианский проповедник, — Павел, — оказался гражданином Рима, пришлось его казнить в более приличном месте, чем какой-то цирк). Утверждается, что в центре собора Св. Петра, под папским престолом, это самое место и есть. На этом же месте существовали ранее прежние, меньшие храмы Петра, первый из которых построил Константин в 324–329 гг. Во втором соборе в 800 г. папа Лев 3 короновал Карла Великого Императором Запада. Нынешний, третий по счёту собор является выдающимся памятником мировой архитектуры и искусства. В его сооружении принимали участие Браманте, Рафаэль, Микеланжело. Расходы на строительство были столь непомерны (собор действительно колоссален, весь в мраморе и золоте), что для покрытия прорех папской казны пришлось возобновить торговлю индульгенциями (предварительными «отпущениями» грехов, нечто вроде ваучеров на будущие преступления), — это вызвало протест Лютера, Реформацию и последующий раскол Европы.

Собор Св. Петра представляет собой не просто имперский памятник, но и забавное исключение из общего «христианского» правила: его алтарь обращен не на восток, а совсем даже на запад. Случилось это не из-за Соломона, а все из-за того же Нерона, который столь непредусмотрительно расположил свой цирк на западном конце Рима, и на западном берегу Тибра. С запада цирк ограничивал Ватиканский холм; ну, для цирка это всё равно, а вот вход в храм с этой стороны сделать было уже никак невозможно. Посетители цирка (а позднее и собора), естественно, из города Рима шли на запад, и переходили реку Тибр тоже на запад. Ну не подниматься же им после этого в гору, не обходить же храм кругом, чтобы попасть в него, если бы его построили «по правилам»? Сколько бы тогда посетителей дошло бы до храма по столь «загогулистому» пути? Удобства клиента — закон для любой фирмы, — пришлось католическим проектировщикам в данном случае отойти от христианских заповедей и устроить вход на востоке.

К слову сказать, для католических церквей в Италии, расположенных в центре древних городов, улицы которых были проложены задолго до Рождества Христова, подобное предпочтение условиям градостроительства перед божественными установлениями далеко не редкость. В историческом центре Рима, Неаполя, Венеции и других городов нередко можно видеть церкви, расположенные на противоположных сторонах улицы, и алтари которых ориентированы, естественно, в противоположные стороны, по входу с улицы, а не по восходу Солнца.

Пулковская обсерватория (Санкт-Петербург, 1839 г.). Пулковские высоты господствуют над дельтой Невы, отсюда ещё Пётр 1 рассматривал местность в 1703 г. при планировке города. 160 лет назад это было лучшее место к югу от центра Петербурга для Главной астрономической обсерватории, основанной Николаем 1, — будущей «астрономической столицы мира». Из заключения Ака-

демии наук: «наивыгоднейшим для сего предмета была бы вершина Пулковской горы по причине обширного горизонта, коим она обладает» (хотя сейчас обсерватория уже входит в черту города). По счастливому стечению обстоятельств мимо ворот обсерватории проходит на юг Пулковское шоссе, по которому государь-император следовать изволил в свою загородную резиденцию Царское Село. Это, а также важность для нужд государства и армии предстоящих обсерватории астрономических координатных и геодезических работ, определили то внимание, которое уделял «своей Обсерватории» военный инженер Николай Павлович. От центра Круглого зала главного корпуса Пулковской обсерватории отсчитывались географические координаты всех крепостей, портов, дорог и городов всей Российской империи. Координатная специфика работ и любовь обоих императоров к порядку определила и такое градостроительное решение, как проведение Московского проспекта и далее Пулковского шоссе точно на юг от шпиля Адмиралтейства. Если смотреть от Обсерватории на север, в сторону города, то прекрасно виден этот проведённый на десятки километров «Пулковский меридиан». Все корабли России отсчитывали свою долготу от нашего, Пулковского меридиана, пока в 1884 г. за нуль-пункт отсчёта долгот на всём земном шаре не был принят меридиан, проходящий чрез ось пассажного инструмента Гринвичской обсерватории (0-й или Гринвичский меридиан).

Основные задачи астрометрии, — определение координат звёзд и составление фундаментальных каталогов, — определили и основное астрономическое «вооружение» Пулковской обсерватории: меридианные круги и пассажные инструменты, которые по определению располагаются в меридианной плоскости, т. е. с севера на юг, аналогично квадранту Улугбека. Размещены они были не вразброс, а параллельно друг другу в боковых крыльях главного корпуса здания обсерватории. Так что даже чисто «производственные» причины, помимо архитектурных и градостроительных, побудили архитектора Александра Брюллова расположить здание обсерватории по линии восток-запад. Северный фасад обсерватории смотрит на Петербург и Пулковский меридиан, а южный предоставляет возможность меридианных наблюдений.

Главное здание МГУ, им. М. В. Ломоносова (Москва, 1953 г.) — наиболее выдающийся памятник имперской мощи СССР и торжества социализма при И. В. Сталине. После Победы 1945 г. была осуществлена программа строительства 7 высотных зданий в Москве, которая изначально имела не столько градостроительное, сколько политическое значение. Чтобы подчеркнуть отличие от американских небоскрёбов (которые всё равно были выше), и вообще от всего «загнивающего» Запада, для сталинских высоток была выработана специальная архитектурная форма в виде многоступенчатой сужающейся пирамиды со шпилем (наверху, естественно, 5-конечная звезда). Наиболее высокой (225 м) была пирамида МГУ на Ленинских горах, которая должна была господствовать над всей Москвой, особенно над центром города (и успешно это делает до сих пор, за исключением ну совсем дальних окраин). Это соображение определило не только особенную форму данной высотки, но ориентацию её главного фасада в сторону Кремля, т. е. на северо-восток. Главный вход и оформлен был необычайно торжественно и помпезно, в лучшем стиле лучших империй — специально для визита самого Хозяина. Многие студенты МГУ ошибочно считают главным

выход в сторону юго-запада, к памятнику Ломоносову, в то время как это задний вход, для людей. (Бурьевая Елена: «Я решила так потому, что представила себе карту метрополитена, а Университет находится в нижнем левом углу»). Кроме 7 шт. в Москве, аналогичный высотный «подарок СССР» украшает и центр Варшавы.

Мечеть на Поклонной горе (Москва, 1995 г.) — одно из религиозных сооружений в составе комплекса Победы советского народа в Великой Отечественной войне. В отличие от всех предшествующих мировых религий, образцы храмового строительства которых рассмотрены выше, ислам предъявляет особенно жёсткие условия по ориентации своих сооружений. Правоверные, в отличие от православных, во время молитвы должны обращаться в сторону г. Мекки (ныне на территории Саудовской Аравии), даже если в нужный момент они находятся в пути. В мечетях это направление обозначает специальная ниша в стене («михраб»), а само здание мечети должно быть ориентировано по азимуту Мекки («кыблы»).

Для расчёта кыблы необходимо знать (как можно более точно) не только широту своего местоположения, но и долготу. Этому обстоятельству мы должны быть весьма благодарны, поскольку именно данная религиозная потребность заставляла мусульманских учёных на протяжении почти 1000 лет от разгрома христианами науки на эллинистическом Востоке (включая Александрийский Музей) и до эпохи Великих географических открытий выступать в качестве хранителей и продолжателей общечеловеческих знаний, включая математику и астрономию. Если сравнить координаты Москвы (37,5° в. д., 56° с. ш.) и Мекки (40° в. д., 21,5° с. ш.), то видно, что мечеть в Москве должна быть направлена почти на юг.

Большая («Потёмкинская») лестница (Одесса, 1826–1841 г.). Одесса была основана в 1795 г. А. В. Суворовым (1729–1800) как приморская крепость и порт для военного флота (бывш. Гаджибей). Естественно, что центральная часть города расположена на высоком берегу, а парадная лестница спускается вниз к морю и порту. Многие ошибочно написали, что Потёмкинская лестница построена князем князем Григорием Потёмкиным-Таврическим (1739-1791). На самом деле лестница была построена по проекту военного инженера Николая Павловича (по совместительству — императора Николая 1), а имя своё получила после классических кадров расстрела из фильма фильма С. М. Эйзенштейна (1898–1948) «Броненосец Потёмкин» (1925 год). Многие участники Турнира, вспомнив по карте, что Одесса на берегу Чёрного моря, а Чёрное море на юге, написали, что лестница спускается к морю на юг. На самом деле «Потемкинская лестница» в Одессе спускается на север.

Случился этот забавный казус из-за особенностей береговой линии в данном месте, которое именно поэтому и было выбрано для крепости. Берег Чёрного моря около Одессы загибается в виде буквы S. Нынешняя Одесса занимает нижнюю половину этой буквы в виде округлого выступа на восток. Исторический центр и лестница расположены точно в центре буквы, на её перекладине (т. е. на берегу), идущей с востока на запад. Верхнюю половину буквы занимает акватория порта, в который с запада (в левую верхнюю часть буквы) впадает бывший лиман, перегороженный естественной дамбой, общеизвестной как Пе-

ресыпь. Далее на север берег плавной дугой поворачивает вновь на восток, в сторону Николаева и Херсона (правильный ответ дала Прудникова Лена).

Типичные ошибки.

— Они были язычниками, и восход Солнца влиял на них.

— Множество зданий ориентированы на определённую сторону света для наблюдения за астрономическими процессами.

Нетривиальные версии.

— *Сфинкс*: должен был охранять Египет от кочевников Аравийского полуострова • на восток, там пирамида Хеопса • на запад, для охраны умершего фараона • на восток, для отпугивания грабителей пирамид • юг, куда глаза глядят • в сторону Каира • по течению Нила • на Полярную звезду • разными лапами в четыре стороны света • там жила Клеопатра — её сделали в виде тигра с головой.

— *Стоунхендж*: юг — Британия северная страна, им тепла хочется • на запад, там восходило Солнце • по фазам Солнца • от него начинают отсчитываться часовые пояса.

— *храм Соломона*: как любой иудейский храм, ориентирован на восток • на запад, как все христианские храмы • на восток, точка восхода солнца отождествляется с богом Яхве • на восток, как символ всего нового и доброго • к Египту, откуда пришли.

— *Колизей*: на север, иначе бы светило в глаза зрителям • на юг, к Риму • на все стороны — все дороги ведут в Рим • на запад, а восточную часть разобрали.

— *Айя-София*: на запад, в сторону Софии.

— *Боробудур*: к Южному Кресту.

— *Храм Воинов*: на восток, они воевали с Кореей • на восток, туда входили юношами, а выходили воинами.

— *Квадрант Улугбека*: на юг, к предполагаемому богу • углом на север • на юг, на Мекку.

— *Собор Святого Петра*: на Иерусалим.

— *Пулковская обсерватория*: на юг, звёзды над Россией; имеет вращающуюся башню — во все стороны.

— *МГУ*: не знаю, к сожалению, солнца не было видно • на юго-восток, в глубь России • на север, с севера приехал Ломоносов • на северо-запад, к кладбищу, где захоронен Ломоносов • на восток, все здание утром освещено солнечным светом • на запад, западная цивилизация - колыбель мыслей и идей • на восток, место истока мудрости • юго-восток, для улучшения солнечного освещения.

— *Мечеть*: лицом к аллаху • на Москву • на юг, в сторону Израиля • на восток, по мусульманским обычаям они поклоняются солнцу • на юг, в сторону Турции и других мусульманских стран.

— *Потёмкинская лестница*: на юг, в сторону Кавказа, там Потемкин долгое время «работал» • к выходу из Екатерининского дворца • к порту, чтобы богатые купцы, дома которых наверху, спускались по ней к порту и делали там свой «бизнес» • на северо-восток, к Москве.

Примочки и пеночки.

— Большинство этих сооружений направлено вверх (особенно МГУ), а Одесская

лестница спускается вниз.
— Издревле Солнце почитали, а теперь его исследуют.

Вопрос № 8. *У короля Португалии Жуана 2 в 1483 г. Колумб встретил весьма скептическое (и это мягко сказано) отношение к своему предложению. Почему?*

Ответ. Эпопея Колумба происходила в период острой вооружённой борьбы могущественных государств того времени за передел мира, за перехват основных торговых путей. Планы Колумба плавания на запад противоречили стратегической линии Португалии на поиск пути в Индию на восток.

Вопрос. *В чём изначально состояла главная ошибка Колумба? В чём заключалась истинная причина обвинения и ареста Колумба после его возвращения из Америки?*

Ответ. Изначально Колумб допустил две принципиальные ошибки. Во-первых, полагаясь на данные прежних авторов, он неверно оценил расстояние до Китая в западном направлении. Его «Индия», куда он так стремился, по пути на запад была недостижима в принципе. Во-вторых, включившись в мировую «игру» за торговые пути и действуя на грани риска, Колумб, хотя и открыл новые земли, о существовании которых он, скорее всего, знал заранее, тем не менее, обманулся сам и в итоге обманул важные ожидания властей, за что серьёзно поплатился.

Комментарий. Предприятие Колумба продолжает оставаться одним из наиболее впечатляющих подвигов человеческого гения, однако неверно представлять себе дело таким образом, будто Колумба посетило какое-то исключительное озарение. Успех его плавания был подготовлен многими научными, практическими и историческими предпосылками, трудом и талантом выдающихся людей до него. Здесь же, в прежних представлениях, коренятся и его ошибки.

1. Космография

Со времён зарождения древней науки одним из основных вопросов являлась проблема космографии, т. е. описание окружающего мира, в котором человечество жило и по которому оно путешествовало. Только после эпохи Великих географических открытий состоялось формирование представлений о всей Земле, как едином земном шаре, а космография постепенно превратилась в современную географию.

Шарообразная форма Земли провозглашалась ещё в античной космографии (см. вопрос № 5, стр. 984). Со времён **Евдокса** (ок. 408–355 гг. до н. э.) на поверхности Земли устанавливались различные климатические зоны в зависимости от широты места, при этом пригодной для обитания признавалась зона между тропиком и полярным кругом. **Аристотель** (384–322 гг. до н. э.) в своих трудах, которые позднее были известны и в средневековой Европе, утверждал шарообразную форму Земли по форме её тени во время лунных затмений и изменению высоты светил в зависимости от перемещения на юг или на север. **Плиний** (23–79 гг. н. э.) нередко использовал вопрос об антиподах, в качестве

проверки невежества собеседника (как известно, люди на другой стороне земли обращены к нам ступнями ног).

В средние века господствующими и «освящёнными» церковью оставались представления о плоской Земле, которую небо накрывает, как шатер. Такая «библейская космография», переписанная у кочевых народов-скотоводов, могла быть пригодна только для пользования внутри Средиземного моря и прилегающих к нему стран. Корни этих представлений легко можно проследить из древнеегипетской космографии, где Солнце-Ра совершало свое путешествие днем по небу, а ночью — в подземном царстве. Считалось также, что в «жарком климате Земли» (т. е. на экваторе) жить невозможно, ибо там стоит невыносимая жара (откуда произошло это мнение, можно понять, если Сахару мысленно продолжать далее на юг). В свою очередь, антиподов быть не может, ибо если они существуют и на другой стороне Земли ходят вверх ногами, то они происходят не от Адама, чего не может быть никогда.

2. Торговые пути и дипломатические миссии

Космографические исследования и описания во все эпохи отнюдь не были чисто умозрительными и схоластическими упражнениями, напротив, они всегда обеспечивали экономические интересы, потребности международной торговли. Ещё в древнем мире сложился **Великий шёлковый путь**, который проходил по линии Древний Рим — Парфия — Индия — Китай. Он был разорван гуннами во время Великого переселения народов (4 век)[1]. Между тем, необходимость восстановления торговых связей между странами Запада и Востока постоянно вынуждала купцов и путешественников всех стран к географическим исследованиям сухопутных и морских путей на восток. В период после образования Багдадского халифата и до нашествия монголов (7–13 вв.) основная роль на этом направлении принадлежала арабским купцам, пролагавшим пути не только по суше, но и морем вдоль берегов южной Азии (**Путь пряностей**). Посмотрим, как усилия, предпринимавшиеся в этом направлении на протяжении более 3 веков до Колумба, обеспечили в конечном итоге успех его предприятию.

В 1204 г. крестоносцы захватили Константинополь и образовали вокруг него Латинскую империю. Это создало условия для постепенного проникновения на восточные рынки венецианских купцов. Они продавали товары Востока, пользующиеся высоким спросом в Европе: пряности, ароматические вещества, шёлк, драгоценности; вывозили меха и воск с русских земель. В 13–15 вв. **Венеции** удалось сосредоточить у себя центр средиземноморской посреднической торговли, что обеспечило ей огромные богатства и военную мощь. В качестве примера её могущества можно привести собор Сан-Марко (1063–1204 гг.), имеющий золотой алтарь и более 4000 м^2 золотых мозаик; Дворец Дожей (1300 г.), Каза д'Оро («Золотой дворец», 15 в.) и др.

В период после монгольских завоеваний на восток неоднократно направляются и своеобразные «религиозно-политические послы». В 1245 г. папа Иннокентий 4 направил к монголам Джованни де Карпини, чтобы склонить их к союзу

[1] и восстановлен тюрками в 6 веке

против исламских государств. Карпини посетил в 1246 г. Сарай, где встречался с ханом Батыем, затем — Каракорум, где был на приёме у Великого хана Гуюка, и возвратился в 1249 г. в Рим.

Вскоре, в 1253 г. король Франции Людовик 9 с близкими целями направил монаха Гильома Рубрука, который прошёл Крым, берега Волги (где его также принял Батый), и достиг столицы, где встречался с Мэнгу-ханом (Мунке). Он обнаружил в Каракоруме большое количество европейцев; там существовала даже христианская (несторианская) часовня. Когда Рубрук возвратился в 1255 г., он рассказал, что примерно половина населения в столице хана — выходцы из «страны **Катайя**».

В качестве примера дальнейшего расширения торговых связей приведём пример открытия в 1287 г. венецианского консульства в Солдайе (Судак). В 1291 г. папа отправил очередного своего посланника Иоанна Монтекорвино в Китай уже морским путём. Иоанн также нанёс визит хану Хубилаю, основал в ханской столице христианскую миссию, а в 1307 г. уже стал архиепископом Ханбалыкским (т. е. Пекинским).

Наконец, одновременно с путешествием Рубрука началась и наиболее захватывающая средневековая эпопея, которая произвела впоследствии на Колумба неизгладимое впечатление, и оказала сильное влияние на его планы. Итак, в 1253 г. венецианский купец Никколо Поло со своим братом Маффео направились в своё очередное торговое предприятие в венецианскую колонию Константинополя, а затем в 1259 г. далее на восток — в Солдайю. Во время их «негоции» обстановка на Босфоре резко обострилась: в результате греческого восстания с подачи генуэзцев Латинская империя пала. Поэтому благоразумные венецианские купцы решили не возвращаться назад, а направились в 1260 г. с караваном на восток в Бухару, затем далее к хану Хубилаю. Как и о чём они беседовали с Великим ханом, история умалчивает, однако же возвратились они через Венецию в Рим в качестве послов хана (!) к папе Римскому. К сожалению, у пап в тот момент была очередная «смена караула». Однако, вскоре новый папа Григорий 10, который к тому же был их старым знакомым, в 1271 г. вновь направил Никколо и Маффео Поло (с сыном Марко Поло) *в качестве своих послов к Великому хану!* Через Акру, Туркоманию, Великую Армению, Тебриз, Хорезм, Кашмир, Бадахшан, Памир, Гоби, через провинции Ганьджоу и Шаньду добрались они во второй раз до хана монголов Хубилая. Здесь молодой тогда **Марко Поло** сделал воистину головокружительную придворную карьеру. С 1279 г. он на протяжении 17 лет службы посетил многие провинции Китая, куда выезжал с ревизиями и специальными поручениями хана. Выражаясь современным языком, Марко Поло выполнял функции «полномочного представителя президента» на местах. При всей фантастичности, это объясняется на самом деле простой причиной: монгольские ханы, завоевав Китай, правили им как оккупанты. В южных провинциях постоянно вспыхивали восстания, и естественно, что никакого доверия к туземным чиновникам ханы не испытывали. Образованные иностранные путешественники для Хубилая в этой ситуации были сущей находкой. В 1290 г. Марко Поло проехал по маршруту: Ханбалык (Пекин), Шаньси, Сиань, Сычуань, Тибет, Юньнань. Затем на протяжении 3 лет он был *губернатором города Янчжоу* (во как!), весьма немаленького в то

время и стратегически важного, как порт в устье р. Янцзы. Марко Поло посетил и описал Гуаньджоу (Кантон) — оживлённый морской порт, через который шла вся торговля с Индией, Персией и арабскими странами.

За время ханской службы «семейка Поло» приобрела огромные богатства. Прекрасно понимая, что всё хорошее рано или поздно кончается плохо, сметливые купцы воспользовались случаем (дочку хана надо было сопровождать замуж), и по пути Пряностей, через Молуккский пролив, Индию и Ормуз «сделали ноги». Когда в 1295 г. они возвратились в Венецию, Марко на привезённые с собой сокровища развил бурную и обширную торговлю, за что, в частности, получил прозвище «Марко-миллион». К сожалению, уже в 1296 г. он попал в плен к своим коллегам — генуэзцам, и сидя в тюрьме Генуи, написал (точнее, продиктовал) свои путевые впечатления, которые в 1299 г. вышли в свет, как «**Книга чудес мира**».

В своей книге Марко Поло рассказал, а иногда и в деталях описал многие обычаи Китая, его культуру, высокоразвитое земледелие и ремесло, обширную торговлю, особенно торговые связи с Индией. Необходимо напомнить, что крупнейшие города Китая в то время уже имели более 1000000 чел (!). Марко пишет о бумажных деньгах, как государственном методе централизованной конфискации богатств населения, описывает прекрасные пути сообщения: почтовые тракты, ямские станции, водные пути и порты. Он пишет о государственных службах, о строительстве многочисленных мостов. Китайцев Марко характеризует, как «народ торговый и промышленный». Среди продуктов и товаров он упоминает фарфор, каменный уголь, жемчуг, шёлк, драгоценности. Иными словами, Марко Поло представил Китай как очень богатую страну (по сравнению с Европой именно так оно и было), показал «пышное разнообразие мира», — и это принесло огромную популярность его книге в Европе.

Однако, при этом Марко Поло ничего не рассказал и о некоторых весьма немаловажных практических вещах. Например, он не дал фактического расположения городов и расстояний между ними (что так подвело Колумба); «забыл» про компас, который тогда уже был на каждом китайском корабле; ни словом не упомянул Великую китайскую стену, которая построена в 3 в. до н. э., имеет 5000 км в длину и до 10 м в высоту; «не увидел» Великий канал Пекин — Ханьджоу, соединяющий реки Хуанхэ, Хуайхэ и Янцзы, и построенный в 6–13 веках. Наконец, можно подумать, что за 17 лет в Китае Марко будто бы ни разу не пил чай (важнейший экспортный товар!). Тщательность, с которой Марко Поло провёл селекцию информации, предоставляемой им прочей публике, наводит на определённые мысли. Видимо, он собирался использовать своё исключительное положение, как доверенного лица Римского папы и Великого хана одновременно, огромные богатства и эксклюзивную информацию для организации собственного широкомасштабного торгового предприятия, своего рода венецианской «Ост-Индской» компании, но на 300 лет раньше (напомним, что чайная торговля — это основа будущего богатства Англии).

После Марко Поло можно упомянуть ещё нескольких путешественников, пролагавших пути «на Восток». Монах Одорик из Венеции в 1320-е гг. добрался в Кантон по морю. По его словам: «Порт столь же велик, как три Венеции, а кораблей в нём так много, что и во всей Италии столько не наберётся».

Добравшись затем до столицы хана, он вновь убедился, что Китай для европейцев — фантастически богатая страна. К сожалению, Одорик был последним европейцем в Китае: единая монгольская империя уже распалась на отдельные Орды, и Китай вновь оказался в географической блокаде на последующие 2 века. В 1349 г. арабский путешественник Ибн Баттута (1304–1377) из Танжера (Марокко) посетил Алжир, Египет, Палестину, Сирию, Иран, Индию и южный Китай, создав книгу «Подарок созерцающим о диковинках городов и чудесах путешествий». Наконец, упомянем и нашего соотечественника Афанасия Никитина, который в 1466–1475 гг. прошёл Персию, Индию, Аравию, Эфиопию, Турцию и Крым («Хождение за три моря»).

Последующая европейская литература 14–15 вв. «по географии» содержала в основном фантазии и волшебство, вымышленные путешествия по суше и по морю, кормила читателей сладкими грёзами, но достоверной информации уже не несла.

3. Соперничество

Дальнейшая судьба торговли с Востоком определялась развернувшейся конкурентной борьбой двух приморских городов: Венеции и **Генуи**, за гегемонию на Средиземном и Чёрном море. Как было ранее сказано, в 1260 г. восстание греков и генуэзцев в Константинополе привело к восстановлению Византии и проникновению генуэзцев в Чёрное море. Вскоре они основали тут ряд своих факторий, например, Кафа (Феодосия). В 1365 г. генуэзцы захватили Сурож (Судак), в 1380 г. послали свои отряды на помощь Мамаю на Куликовом поле, а после этого захватили и всё Южное побережье Крыма.

Острота борьбы за рынки и торговые пути на восток определялась ограниченностью добычи благородных металлов в Европе и, соответственно, невысокой её платёжеспособностью. В свою очередь обилие дорогих восточных товаров создавало мировой торговый дисбаланс Запад — Восток.

4. Тень полумесяца

Следующим историческим фактором, круто изменившим всю ситуацию на восточном направлении, стали турецкие завоевания. В 1299 г. племя турок-сельджуков под предводительством Османа впервые добилось самостоятельности. В 1352 г. турки захватили Дарданеллы и перешли в Европу; в 1389 г. на Косовом поле они разбили войска сербов и захватили Сербию; в 1393 г. — столицу Болгарии Тырново; в 1396 г. разгромили войска Венгрии и Франции при Никополе. Наконец, 29 мая 1453 г. произошёл **захват турками Константинополя**, тем самым они перерезали коммуникации между Средиземным и Чёрным морями. К 1475 г. турки захватили весь Крым, принудили к капитуляции Кафу и Судак, и стали полными хозяевами всего Чёрного моря. Одновременно с этими событиями на просторах азиатских степей произошёл распад Золотой орды, т. н. «Великая замятня» среди наследников Чингисхана, в результате чего все сухопутные торговые пути между Европой и Индией оказались вновь перерезанными.

В то время как Венеция пока ещё продолжала поддерживать восточную торговлю с арабскими купцами через Египет, Генуя, сконцентрировавшая в прежний период всю черноморскую торговлю у себя, особенно тяжело переживала этот кризис. Резкое ограничение товарообмена обусловило для всех европейских стран настоятельную потребность поиска новых торговых путей на восток, но именно для генуэзцев это стало вопросом «жизни и смерти».

5. Несовершенство мореплавания

В эпоху Колумба европейское мореплавание было весьма трудным и рискованным занятием, и в основном ограничивалось акваторией Средиземного моря. Прежде всего, сами суда, распространённые в то время, были очень малы для Океана. Например, в своё первое плавание Колумб отправился на судах размером около 10 м и водоизмещением 50–100 тонн. Такие барки применяются только для речного и прибрежного плавания. Из трёх его «каравелл» две не имели палубы вовсе, а только носовые и кормовые надстройки. Крайне несовершенным и недостаточным являлось парусное вооружение судов, их управляемость и надёжность для открытого моря.

Второй очень серьёзной проблемой мореплавания являлось отсутствие достоверных карт и надёжных измерений координат бухт, мысов и островов. Компас на европейских судах ещё был редкостью, основным методом определения направления было ориентирование по звездам. Не на всех судах были и астролябии для измерения высоты светил. Кроме того, даже в случае их точного измерения это позволяло определить только широту местоположения судна, а определить вторую координату — долготу, — было всё равно невозможно (без точных часов).

Третьим ограничением на продолжительность плавания была проблема сохранности продуктов питания. На судах всё очень быстро портилось, особенно в жаркое время года и при намокании во время штормов; единственным продуктом в длительном плавании было солёное мясо, приводящее к цинге за короткое время. Но самым жёстким ограничением являлась сохранность пресной **питьевой воды**, которая портилась ещё быстрее и без которой морякам просто грозила быстрая смерть (именно это едва не привело к гибели экспедицию Магеллана посреди Тихого океана). Главной заботой каждого капитана дальнего плавания было вовремя подойти к берегу или острову, чтобы запастись водой и свежей пищей.

Все эти ограничения вместе взятые приводили к тому, что плавание можно было осуществлять только в видимости хорошо знакомых берегов или от одного острова до другого, и, как правило, только при хорошей погоде.

6. Колумб, как опытный космограф и мореплаватель

В биографии самого Колумба также имеется масса как замечательных, так и весьма загадочных обстоятельств. Датой его рождения считается 1436 г., хотя даже здесь имеются большие разночтения: 1435, 1451, 1452 гг. (диапазон в 16 лет!). Его отцом считается чесальщик шерсти Коломбо из Генуи. Тем не менее, Христофор получил превосходное **образование**. Он прилежно учился в Павийском университете, где познал геометрию, географию, астрономию, навигацию;

штудировал античные источники: Плиния, Помпония, Страбона. Колумбу были известны такие переводчики Птолемея, как Эммануэл Хризолерас (латынь) и Джакомо Анжело да Скарпьяриа (итальянский язык). Из его писем следует, что он знал сочинения Аверроэса, Альфаргана, и других авторов. Если в 15 в. генуэзцы в целом считались одними из лучших специалистов в области космографии, то и самого Колумба вполне можно отнести к их числу (здесь хотелось бы ещё раз воспользоваться случаем обратить внимание читателя на ценность и необходимость систематического образования).

Помимо наук Колумб изучал и другой современный ему опыт. В ту эпоху любое торговое предприятие не могло осуществляться иначе, как военный поход; все путешествия как по морю, так и по суше происходили в условиях узаконенного пиратства мелких феодалов (а по существу, бандитов). К тому же, практически везде и практически всегда имели место религиозные войны или хотя бы вооруженные стычки сторонников разных конфессий, ересей и суеверий. Быть моряком значило быть и солдатом одновременно. А Христофор Колумб с 14 лет начинает познавать мореходный опыт. В 1459 г. состоялся поход Жана Анжуйского (герцога Калабрийского) на Неаполь, в котором он принял непосредственное участие. Затем Колумб служит в качестве капитана у неаполитанского короля; после этого участвует на стороне короля Ренье (граф Провансальский) в походе на Тунис.

С этим «предприятием» связана одна очень интересная деталь, которую описывает сам Колумб и которая весьма красноречиво характеризует его качества: «. . . известие [о превосходящих силах неприятеля] сильно встревожило моих матросов, и порешили они не продвигаться далее, а воротиться в Марсель: Поскольку мне не удалось привести их к повиновению, я для виду согласился на их требования, сам же изменил направление стрелки компаса и поднял паруса. В это время был вечер, а наутро мы достигли Карфагенского мыса, хотя все были твёрдо уверены, что мы на пути в Марсель». Лихо, не правда ли? Не подлежит сомнению, что Колумб неоднократно принимал участие (и даже осуществлял командование) в морских сражениях, в частности, он командовал несколькими генуэзскими судами под флагом короля Франции Людовика 11, при этом захватывал испанские суда (около 1474? г.). Его сын Фернандо с его слов описывает, например, морской бой с венецианской галерой. Он же относит к 1476 г. эпизод, когда Колумб, спасаясь с потопленного пиратами судна, вплавь добрался до берегов Португалии.

Около 1470 г. Колумб обосновался в генуэзской колонии в Лиссабоне, где состоялась его женитьба на донье Фелипе Монис де Палестрелло. Её отец был знаменитым мореплавателем времён принца Энрике, Колумб наверняка знал и впоследствии использовал его карты и судовые журналы, описания путешествий португальцев к экваториальной Гвинее. Позднее Колумб с женой переехали на остров Порту-Санту, который лежал на пути португальских кораблей в Гвинею и обратно, а сестра его жены была в это же время замужем за другим знаменитым мореплавателем Педру Корреа, — губернатором острова Порту-Санту. В этот же «португальский период» жизни Колумб лично побывал недалеко от экватора, в порту Сан-Жоржи-да-Мина (Гвинея).

Помимо тщательного изучения огромного количества морских карт, описаний и судовых **документов**, Колумб не мог не поддаваться и восторженному энтузиазму первооткрывателей новых земель. С уст моряков в то время не сходили многочисленные воображаемые земли: «Антилия», «острова Семи городов», «земля св. Брендана» и др. Космографы этого времени также обращались к упоминаниям неведомых земель у древних: «Атлантида» Платона, сочинения Плиния, «плавучие острова», упоминаемые Сенекой. Иными словами, географические сведения во время Колумба представляли собой сочетание реальных открытий и богатых фантазий, пёструю смесь вымысла и фактов.

В 1474 г. Колумб состоял в переписке со знаменитым учёным **Тосканелли** (Флоренция), в частности от него он почерпнул сведения Марко Поло об островах «Антилия» и «Сипанго» (т. е. Япония).

7. Идея плавания на запад

Колумб был человеком, во-первых, образованным; во-вторых, опытным в мореходстве; в-третьих, авантюристом по натуре (таким пороком, как скромность, он никогда не страдал); наконец, в-четвёртых, патриотом своей родной Генуи (в тех случаях, когда это выгодно). Поэтому его постоянно занимала та же проблема, над которой уже многие годы бились португальцы и все остальные коммерсанты, а именно: поиск морского торгового пути в Индию и Китай. Убедившись (в том числе лично) в огромных трудностях, стоящих на этом пути вдоль Африки на юг, Колумб обратил свои мысленные взоры в иную сторону — на запад. И надо признать, что идея плавания в Индию вслед за солнцем в то время действительно могла иметь определённые предпосылки и основания.

Согласно мнению, господствовавшему среди большинства античных и средневековых космографов, большую часть поверхности Земли занимает суша, а моря подобны отдельным озерам. Сейчас трудно сказать, почему так получилось в науке западной цивилизации: то ли образ известных тогда морей (Средиземного, Чёрного и Красного), зажатых тремя обширными материками, оказал такое воздействие, то ли пример видимой стороны Луны, то ли толкования священных писаний, написанных исключительно сухопутными народами, и их «перетолковывания». Например, в трудах географа Эсдраса утверждалось, что на поверхности Земли 6 частей суши и только 1 часть воды. Глобус Птолемея и карта, составленная много позже Марином Тирским, охватывали известной к тому времени сушей большую часть земной сферы: предполагалось, что протяжённость с запада на восток от Канарских островов до города Тина в Азии составляет около 15 часов движения Солнца по небу или, в современных терминах, 225 градусов по долготе. После открытия португальцами островов Зеленого Мыса и Азорских, известный мир расширился ещё на 1 час на запад. Таким образом, по этим расчётам выходило, что неизвестная ещё европейцам часть земного шара составляет всего-то 8 часов (1/3 всей Земли).

В своей книге Марко Поло указывал на страны, лежащие от Китая ещё дальше на восток. Отсюда следовал вывод о **близости Азии** в западном направлении. В итоге прикидки Колумба (основанные, надо полагать, на расчётах Тосканелли) представляют собой следующую пропорцию: по суше от Лиссабона

на восток до Китая, и далее до оконечности материка Азии — 14000 миль, а по морю от того же Лиссабона на запад до страны «Манджи» (лежащей восточнее Китая) — не более 4000 миль!

Здесь хотелось бы специально остановиться на одном замечании. Весьма распространенным упреком в адрес Колумба (и Тосканелли) является утверждение об ошибочной оценке им размеров земного шара, заниженной чуть ли не в 2 раза. Шарообразная форма Земли для Колумба (как и для всех практических мореплавателей того времени) не подлежит сомнению. Размеры Земли достаточно верно были оценены ещё Эратосфеном (276–194 гг. до н. э.). Протяжённость земной поверхности с запада на восток, согласно расчётам Колумба, составляет $14000 + 4000 = 18000$ миль, или 33336 км, что как раз соответствует длине 33 параллели (линия Гибралтар—Иерусалим—Багдад—Шанхай), а 1° долготы у Колумба равен 50 миль. Но по мнению Колумба восточная часть Азии простирается так далеко на восток, что почти огибает земной шар, приближаясь к берегам Европы и Африки на расстояние 80° или менее 1/4 окружности Земли. Разумеется, это была чудовищная ошибка Колумба, которая впоследствии едва не стоила ему жизни. В качестве некоторого оправдания в его адрес можно сослаться на близкие мнения древних о морском походе на запад: Аристотель, Сенека, Плиний, Страбон — все они так или иначе, говоря о шарообразности Земли, упоминают и о незначительности западного расстояния до Азии.

Вторым аргументом для путешествия на запад были многочисленные известные Колумбу **находки на берегах** Европы и Африки предметов, в том числе изготовленных людьми, происхождение которых в Старом Свете было неизвестно. С учётом накопленных к тому времени данных о ветрах и морских течениях в Атлантике, эти находки свидетельствовали в пользу своего прибытия с иного берега океана.

Наконец, по-видимому, наиболее впечатляющими для Колумба, но и наиболее «секретными» стали те данные, которые он собрал в ходе своего северного путешествия. Известно, что Колумб посетил в 1477 г. Англию, Ирландию и Исландию. С учётом его интересов в это время основным предметом его разведки должны были стать **данные исландцев** о землях на западе. Напомним, что ещё в 981 г. Эйрик Рауди (Рыжий) пошёл в морской поход на запад и открыл Гренландию. В 1006–1012 гг. его сын Лейф Эйриксон основал поселения викингов в районе Лабрадора и Ньюфаундленда. На северо-восточном берегу Америки и в Гренландии колонии викингов просуществовали около 500 лет, а затем оставшиеся в живых поселенцы возвратились на родину. Американская страница истории имеет значительный вес в сознании и преданиях исландцев, а это означает, что Колумб имел реальную возможность не только почерпнуть весьма ценные для него космографические и мореходные сведения, но и непосредственно пообщаться с людьми, вернувшимися из Нового Света, многие поколения которых на американском берегу жили и бороздили северную Атлантику.

Помимо данных географии и мореходства, в документах и обращениях Колумба к властям в соответствии с духом того времени значительное место отводится и **религиозным соображениям**. Так, в Священном Писании он обнаружил предсказание пророков о своём открытии новой «земли обетованной», и цитировал эти места. В письмах, обращениях и воззваниях, имеющих про-

пагандистское значение, он нередко отождествляет себя с «орудием Божьим», призванным объединить все народы Земли в лоне католической церкви. После 1489 г. у Колумба активизируется мотив приобретения заморских богатств во имя освобождения Гроба Господня (Иерусалима) от «неверных». Естественно, что в разных ситуациях, общаясь то ли с «христианнейшими государями» или сотрудниками святой инквизиции, то ли с еврейскими ростовщиками и банкирами или гонимыми общинами иудеев, то ли с бывшими правоверными из мавританских эмиратов, Колумб мог использовать различные цитаты, аргументы и факты, уместные в каждом конкретном случае.

Первое обращение Колумба с предложением плыть в Индию на запад было в 1475–80 гг (точное время неизвестно). Он адресовал его к правительству и купцам родной Генуи. Отклика не последовало, что и понятно.

И вот, в 1483 г. Колумб, имеющий ПМЖ в Португалии, обращается к португальскому королю Жуану 2 с идеей, как он писал, «познать тайны мира» и «найти восток через запад». Чтобы правильно понять реакцию короля, имеет смысл кратко бросить взгляд на предшествующий отрезок истории самой Португалии.

8. Португалия — владычица морей

В 1139 г. графство Португальское выделилось из королевства Леон и обрело политическую самостоятельность. В 1212 г. произошла битва при Лас-Навас-де-Толоса, которая завершила португальскую реконкисту (освобождение от мавров) и позволила перейти от войны к более полезным занятиям. За прошедшие годы Лиссабон, обладающий выгодным положением на морских путях, превратился в крупнейший центр европейской торговли, наравне с Лондоном и Брюгге. И хотя бывали и неприятности (в 1383 г. случилось нападение Кастилии), португальцы правильно поняли, в чём состоит их прямая выгода, и начали планомерное освоение «своего» Океана. Для начала, в 1415 г. они захватили порт Сеута (Геркулесов столб Африки) и поставили под контроль судоходство в Гибралтаре, а затем двинулись вдоль западного берега Африки всё дальше на юг.

Основоположником этой линии Португалии был принц Энрике (он же **Генрих Мореплаватель**, 1394–1460), который заложил научные основы португальского мореходства, свёл воедино навигацию и космографию, основал морскую школу в г. Сангрише и создал многочисленную команду морских капитанов. В 1419 г. португальцы открыли о. Мадейра, а затем обнаружили Канарские и Азорские острова, и много иных «блуждающих» островов в Океане.

Довольно скоро определилась и главная проблема: на берегах Африки, в Сахаре не было никаких источников воды! Более того, вскоре, на 26° с. ш., не доходя тропика Рака, португальцы наткнулись на мыс Бохадор, далеко выдающийся в открытый океан, окружённый со всех сторон опасными рифами. Он перекрыл им дальнейший путь на юг. Как не вспомнить тут пророчества древних философов о том, что пригодная для жизни зона ограничена на Земле с юга тропиком Рака, а дальше лежат только выжженные пустыни!

Тем не менее, отойдя от берега, в 1434 г. португальцы обогнули этот зловещий мыс, и о Чудо! Пройдя дальше к югу, они обнаружили вновь пышную

растительность. Начались субтропические и тропические леса, и поэтому самую западную оконечность Африки они назвали **Зелёным мысом**. Более того, тут жили и люди, которые были совсем непохожи на европейцев, арабов или азиатов — негры! Когда первых негров привезли в Португалию в 1441 г., они вызвали там настоящую сенсацию. И дело было не в простом любопытстве: это прямо означало, что тропическая зона Земли обитаема. Осознав столь выдающийся факт мироздания, в корне меняющий прежние представления, принц Энрике тут же ввёл государственную монополию на торговлю чёрными невольниками. А с целью «законного» закрепления новых земель, он обратился в компетентные органы; и в 1454 г. папа Николай 5 провозгласил права Португалии на все острова и земли «как уже приобретённые, так и те, которые будут приобретены к югу от мыса Бохадор, с полным отпущением грехов всем, кто может потерять жизнь во время этих завоеваний». В 1460 г. были открыты острова Зеленого Мыса, а вскоре, в 1462 г. Горы Львов (Сьерра-Леоне).

Тут португальцев ожидал ещё один географический сюрприз — берег явственно стал поворачивать на восток! В 1470–1473 гг. были пройдены следующие сказочные места (Золотой берег, Невольничий берег, Берег слоновой кости), и был обнаружен Гвинейский залив. Стало ясно, что продвинувшись столь далеко на восток (более 3000 км), португальцы могли рассчитывать оказаться уже «под» владениями турецкого султана, недалеко от Аравии, а существование Арабского моря и Индийского океана с другой стороны Африки тогда им было вполне известно. После этого перед королём Португалии помимо вопроса об обитаемости экваториальной зоны (и её огромных богатствах!) встал следующий, ещё более важный и гораздо более заманчивый вопрос: возможность обойти враждебный Ближний Восток с юга и открыть **морской путь в Индию!** С этой целью в 1481 г. без особой огласки было организовано плавание Диогу Азанбужи вокруг Африки на юг и на восток, с надеждой достичь Индии.

И вот тут-то, в 1483 г. перед королём оказывается некто, и начинает ему рассказывать о богатствах Индии «с другого бока». Мало того, что он предлагал пойти явно в неверном и бесперспективном направлении на запад, так он ещё и требования несуразные выставил: назначить его Вице-королём новых земель! Наградить его титулом Главного Адмирала Моря-Океана! Чем португальские капитаны хуже? Проходимец и нахал! Своим придворным он дал такую характеристику Колумба: «человек тщеславный, кичливый и склонный к пышным фантазиям» (и кстати, это было совершенно верно).

Король Жуан 2 был тоже, как и Колумб, человек неглупый («если дипломат говорит „нет“, то это — не дипломат»). Вне зависимости от качеств заявителя и реальной ценности его предложения, прежде всего следовало поиметь с него максимум возможной информации. Король неохотно дал свое предварительное согласие, поставив дело за условиями. С целью проверки он потребовал предоставить подробный план предполагаемого плавания, с приложением всех карт и документов. Он передал колумбов проект на рассмотрение учёного собрания: одобрить ли новый путь поисковых экспедиций на запад или продолжать усилия в старом направлении?

На этом совете епископ Сеуты сказал, что морские экспедиции истощают страну, указывал на недавний мор и войну, на опасность со стороны сосед-

ней Кастилии, и заключил свою речь словами: «для Португалии было бы безрассудством пускаться в новые предприятия, не учитывая наличные средства. У короля есть достаточно небезвыгодных предложений, чтобы не браться за вздорные и несбыточные». Педру ди Менезиш, граф Вилла—Реал возразил ему так: «Государства обогащаются торговлей, усиливаются союзами и прирастают завоеваниями: горизонты страны расширяются с ростом изобилия и процветания», и высказался за продолжение исследований на африканском направлении, в котором и сам был прямо (т. е. материально) заинтересован.

Король пошёл в своем расследовании ещё дальше: он приказал осуществить разведочный рейд в указанном Колумбом направлении. На основании представленных Колумбом данных, в том же 1483 г. корабль-разведчик отправился от островов Зеленого Мыса на запад, но уже через 4 дня плавания капитан повернул назад, убоявшись бури и дальнейшего плавания в неведомом направлении «в никуда». Естественно, что никаких новых земель найдено при этом не было, что дало королю полное основание «закрыть вопрос».

С некоторой долей ехидства мы можем теперь, через 500 лет, сказать, что Жуану явно не повезло, и прогнав Колумба, он вступил в полосу временных неудач. Король имел все основания рассчитывать, что африканский берег будет продолжать свою линию на восток, и надеялся что выход в Индийский океан скоро будет найден не далее экватора. Но вернувшийся в 1484 г. Диогу Азанбужи рассказал ему, что берег континента вновь повернул на юг, а пройдя далеко вперёд аж до следующего тропика, он так и не нашёл выхода к Индии. Более того, южнее тропического пояса Африки вновь начинаются безводные пустыни (Намиб)! Мог ли король знать, что чёрный континент к югу от экватора тянется столь же далеко, как и к северу от него!

Отвернувшись от запада и от Колумба, в 1487 г. король предпринял два важных шага **на восток**. Во-первых, он послал Педру де Ковильяна на разведку по суше в юго-восточном направлении. Де Ковильян прошёл через Ближний Восток до Индии по маршруту: Каир, Ормуз, Каликут, Гоа, а затем побывал даже в Софала (Мозамбик)! Однако его первое донесение королю с информацией о восточных берегах Африки, острове Мадагаскаре, условиях мореходства и маршрутах арабских купцов в Индийском океане достигло Португалии только в 1491 г.

Во-вторых, король направил очередную морскую экспедицию вокруг **Африки**. В августе того же 1487 г. Бартоломеу Диаш отправился сначала до южного тропика Африки ($-23°$ ю. ш.), а в мае 1488 г. открыл самую южную точку континента — мыс Св. Брандана (м. Игольный, $-34°$ ю. ш.). Пройдя далее на восток, Диаш увидел, как берег континента загибается к северо-востоку, открывая просторы Индийского океана. К сожалению, он уже не имел физической возможности продолжать плавание, поэтому, укрывшись в июне 1488 г. в удобной гавани, ограниченной мысом, он назвал его мысом Бурь (а король переименовал его в мыс Доброй Надежды). Выслушав доклад Диаша в декабре 1488 г. король понял, насколько путь в Индию оказался труднее и длиннее, чем ожидалось. По этой причине он направил Колумбу, который в это время тщетно подвизался при дворе короля испанского, письмо с предложением вернуться.

Наконец, завершая португальский обзор, следует упомянуть, что в 1492 г., в тот год, когда Колумб уже ступил на землю Америки, космограф Мартин Бехайм составил карты новооткрытых земель и глобус Земли по результатам всех африканских плаваний, но — без Нового Света. В судьбе же самого Колумба с 1484 г. началась. . .

9. Испанская новелла

В отличие от Португалии, королевства на территории будущей Испании практически всё средневековье, начиная с 8 века и до 1492 г., провели в непрерывных войнах (**реконкиста**), пытаясь часть за частью отвоевать территории у мавров. Но и тут имелись определённые различия между территориями в центре Иберийского полуострова и на его северо-восточном побережье. Ещё в 1035 г. здесь образовалось королевство Арагон, которое в 1137 г. присоединило к себе Каталонию, а в 1238 г. — г. Валенсию и Балеарские острова. Арагон вёл активную средиземноморскую торговлю с Генуей и Египтом, а также и на побережье Атлантики: ещё в 1389 г. его купцы открыли свою контору на бирже в Брюгге. К 1442 г. королевство Арагон было сильно настолько, что сумело захватить и присоединить Неаполитанское королевство, и соответственно, контролировать всё западное средиземноморье.

Королевство Кастилия и Леон оформилось позже, в 1230 г., и также бодро приступило к захватам окрестностей: в 1236 г. присоединена Кордова, в 1248 г. — Севилья. Интересно заметить, что король Кастилии Альфонс 10 (1223–1284) в 1248 г. собрал в Толедо большую группу арабских и европейских астрономов, которым поручил исправление планетных таблиц Птолемея. С 1252 г. эти таблицы известны как «Альфонсовы». Только к 1262 г. Кастилия смогла «прорубить своё окно» в Атлантику, захватив у мавров на побережье г. Кадикс. В отличие от купцов Арагона, основной опорой короля Кастилии были крупные феодальные землевладельцы и военные рыцари (**идальго**), которые не умели ничего, кроме как воевать и грабить (наверное, поэтому Кастилия в 1383 г. и напала на богатеющую Португалию). По словам Сервантеса: «[Дон Кихот] — один из тех идальго, чьё имущество заключается в фамильном копье, древнем щите, тощей кляче и борзой собаке».

В 1479 г. случился династический брак Фердинанда Арагонского и Изабеллы Кастильской, их монархии объединились в единое Испанское королевство, сохранив, однако, отдельные самостоятельные администрации, кортесы и финансы. Этот союз потребовался, в частности, для успешного продолжения непрерывных войн с оставшимся на полуострове Гранадским эмиратом. Степень религиозной нетерпимости, господствовавшей в те времена, привела в 1480 г. к основанию **святой инквизиции**. Её глава, Торквемада, за время своей последующей деятельности отправил на костёр более 8 тыс. чел. Тяжёлая ситуация в королевстве характеризуется также мощным крестьянским восстанием 1484–86 гг., после которого правительство было вынуждено пойти на значительные послабления. Наконец, в 1492 г. в Испании было принято специальное законодательство против евреев, и началась политика изгнания из страны т. н. «марранов» (в 1496 г. это же начинание осуществила Португалия,

а в 1516 г. в Венеции был выделен специальный, окружённый стеной квартал под названием «Гетто»). Когда в том же 1492 г. произошло ещё одно важнейшее событие — падение Гранады, и весь полуостров оказался во власти королевской четы, в Испании сложились внешние и внутренние условия для установления режима абсолютной монархии. Король Фердинанд так определял **три главные задачи** своего царствования: завоевание мавров (реконкиста), изгнание из Испании евреев и прочих «неверных», введение святой инквизиции. После успешного решения поставленных партией задач, папа Иннокентий 7 даровал Фердинанду титул «Католичнейшее величество», опираясь на который (и на последующие завоевания в Новом Свете), наследники испанской короны приступили впоследствии к сооружению уже общеевропейской империи.

Королева Изабелла, хотя и правила воинственной Кастилией, оказалась достойной наследницей Альфонса 10 — она способствовала развитию наук и образования, книгопечатания и книготорговли, покровительствовала Университету г. Саламанки. Именно к королеве впоследствии Колумб будет часто обращаться и встречать более благосклонный приём.

10. Колумб у трона, вокруг и около

Как мы помним, в 1484 г. Колумб был вынужден покинуть Португалию (точнее, бежал, поскольку он, похоже, подвергался преследованию). В 1485 г. он повторно обратился к Генуэзской республике, для которой потеря торговых путей была наиболее болезненной, и вновь — безрезультатно.

В этот период он находился в состоянии крайней бедности и жил подаянием. Зимой 1485–1486 гг. он оказывается в Испании, в монастыре Санта-Мария-да-Рабида в статусе нищего бомжа. Настоятель Хуан Перес де Марчена принял его и фактически спас от голодной смерти. Он же организовал первое письмо к Фернандо де Талавера, его знакомому — духовнику королевы, с кратким изложением идей Колумба. Король Испании находился в это время в г. Кордове, где шла подготовка к будущей войне с Гранадой с личным участием государей. Весна и лето 1486 г. прошли очень бурно: осада г. Лоху, штурм г. Моклина, подавление мятежа графа Лемоса. Очевидно, что государям было ну совсем недосуг. Только зимой 1486 г. Колумб был представлен Педро Гонсалесу де Мендосе, архиепископу Толедо и великому кардиналу Испании, который, в свою очередь, «пробил» аудиенцию у короля Испании.

Король испанский был не менее мудр, чем король португальский; он также проявил небольшую заинтересованность и большую осторожность. Совершенно аналогично своему коллеге, он передал просителя и его доводы на рассмотрение **Учёного совета.** Совет состоялся в г. Саламанке, в доминиканском монастыре св. Стефана. Но в отличие от Португалии, где его выслушивали государственные мужи, понимающие задачи мореходства и торговли, здесь Колумб был предоставлен диалогу с монахами (напомню, что Испания занималась преимущественно сухопутной войной, а не морской торговлей). Существо дела быстро потонуло в богословских спорах, от псалмов Давида до писаний святых отцов. По космографическим вопросам оппоненты ссылались на мнение Эпикура, и возражали, что при шарообразности Земли населённым может быть только

северное полушарие, а другое пребывает в вечной тьме, а если корабль сможет спуститься вниз и даже достигнет Индии, то всё равно не сможет вернуться обратно вверх по водам, как в гору. Вывод: «проект суетен и невозможен и не подобает Великим государям заниматься предприятиями подобного рода». Более того, в этот момент Колумб серьёзно рисковал. Копаясь в Священном писании и божественных аргументах, т. е. «играя на чужом поле», он вполне мог оказаться в руках участвующих в собеседовании сотрудников инквизиции (а как известно, все вновь созданные организации именно в начальный период своего существования очень нуждаются в «показательных успехах»). У монахов сложилось твёрдое предубеждение против правонарушителя и мошенника, а королю было доложено, что Колумб — авантюрист или пустой мечтатель. На том дело и заглохло (как оказалось, надолго).

Наступила весна — началась **война**: в 1487 г. король двинулся в поход на г. Малагу. Колумб продолжал околачиваться при дворе и на войне; кажется, он даже принял участие во взятии Малаги 18.08.1487 г. После этого успеха король вернулся сначала в Кордову, а потом и вовсе в Сарагосу, готовиться к следующим битвам.

20 марта (по другим источникам — 20 мая) 1488 г. Колумб неожиданно получил письмо от португальского короля с предложением вернуться в Португалию (см. выше). Самыми интересными здесь были такие слова Их Величества: «И если Вы опасаетесь Нашего правосудия по поводу некоторых Ваших обязательств, то знайте, что ни после Вашего прибытия, ни во время пребывания в Португалии, ни после отъезда, Вы не будете ни арестованы, ни задержаны, ни обвинены, ни осуждены, ни преследуемы по какой-либо причине, вытекающей из гражданского, уголовного или какого-либо другого права». (Нормально, да?). В этот же период, немного оправившись от голода и передряг, и видя, что родная Генуя его дважды «кинула», а католичнейший испанский король, мягко говоря, «мочалку жуёт», Колумб направляет свои предложения и по другим адресам: от короля Англии Генриха 7 в феврале 1488 г. он получил-таки благосклонный ответ (и всего-то!).

В 1489 г. король Испании продолжал свои упражнения: осадил и взял у мавров г. Баса. В ответ на это Великий султан Египта прислал ему записочку, и сообщил, что если король будет бить правоверных так и дальше, то он, как Хранитель веры (единственно правильной и исторически верной) и по совместительству властитель г. Иерусалима, Гроб Господень разрушит, а христиан (верующих совсем неправильно) в пределах своих полномочий вырежет. Этот аргумент не прошёл мимо внимания Христофора, и в дальнейшем на Гроб Господень он очень налегал. В 1491 г. в Севилье состоялась повторное личное свидание с Фердинандом и Изабеллой. Результат для Колумба был вновь неутешителен: «ввиду огромных затрат и усилий, необходимых для ведения войны, начало нового предприятия не представляется возможным»; к переговорам было решено вернуться **после окончания войны**.

Получив опять отказ короны, Колумб ищет иные варианты: в 1491 г. он обращается к герцогу Медина—Седония, крупнейшему магнату, владельцу около 100 торговых кораблей! Но и герцога остановило неправдоподобие проекта. В том же 1491 г. Колумб пишет к королю Франции Карлу 8 и даже получает его ответ

(впрочем, едва ли существенно отличающийся от реакции трёх его предшественников). В этот же период Колумб находит общий язык и принципиальное одобрение у Мартина Алонсо Пинзона — представителя целого семейства состоятельных купцов из г. Палоса, знаменитых мореходов и путешественников (что-что, а убеждать Колумб умел). Пинзон, в свою очередь, проинформировал об идее поиска «земель обетованных» иные заинтересованные и финансово состоятельные круги (гонения на евреев и марранов в это время в Испании усиливались). Наконец, в январе 1492 г. состоялось долгожданное событие: взятие крепости Альгамбры. Гранада пала, реконкиста победоносно завершилась! Окрыленный Колумб, вновь приступив к переговорам на высшем уровне, видимо, сильно переоценил победный энтузиазм короля Испании: когда он сформулировал те условия, на которых он предполагал открывать и владеть новыми землями (см. выше), Его величество просто обалдел. Требования Колумба были признаны «чрезмерными и неприемлемыми», переговоры прерваны, а король отбыл из Санта-Фэ. Получив наиболее ощутимый **отказ** на грани фиаско, Колумб в феврале 1492 г. уезжает в Кордову, а затем декларирует намерение и вовсе эмигрировать во Францию.

В этот критический для него момент благодаря сложившемуся лобби заинтересованных придворных, шаг навстречу сделала королева Изабелла. Идея грядущего освобождения Гроба Господня настолько захватила её сердце, что она решила не давать этого шанса ни Португалии, ни Франции. Осуществить проект Колумба её уговорили даже без прямой поддержки мужа-арагонца, только за счёт своего, кастильского бюджета («Я заложу свои драгоценности» — сказала она). По её протекции 17 апреля 1492 г. между монархией и Колумбом был заключён **договор**, изменивший судьбы и Испании, и Европы.

Теперь, наконец-то, Колумб был, что называется, «в законе». Уже 12 мая он радостно прибыл в порт Палоса с королевским предписанием о снаряжении экспедиции в счёт недополученных государственных налоговых платежей Её Величества королевы Кастилии. Те, кто хоть немного знаком в процедурой выколачивания налогов и долгов, поймут, что реальных денег Колумб у местных «алькальдов и рехидоров» не получил, естественно, ни копейки. Предписание об изъятии частных судов в состав экспедиции также никакого успеха не имело: какой нормальный человек отдаст свое добро незнамо кому незнамо зачем? И с какой стати? По договору, кстати, восьмую часть расходов должен был нести сам Колумб, а у него за душой не было ни гроша. Короче, Величайшее в Истории Человечества Плавание имело все шансы прямо тут и кончиться.

В этот период решающая роль принадлежит ранее упомянутому купцу Пинзону. Один из кораблей был его собственный, и снарядил он его за свой счёт; денег на второй корабль он дал Христофору в долг, чтобы Колумб мог сделать свой формальный вклад по договору. Наконец, на третье судно деньги под его же поручительство выдали местные крещёные марраны (ростовщики и лавочники) в зачёт своих будущих платежей в бюджет. Парадокс истории: гонимый Ветхий завет **профинансировал** величайшее предприятие по распространению Нового завета, господствующего тут и готового на «крестоносные подвиги» по ту сторону Океана.

11. Вест-Индия: «енот, да не тот»

Наконец, 3 августа 1492 г. Колумб отправился из Палоса, имея «эскадру» из 3 маленьких кораблей с командой в 90 чел. 10 сентября он достиг Канарских островов, и далее направился **вдоль тропика Рака на запад**. Нужно заметить, что Колумб в данном случае действительно демонстрирует свою высочайшую квалификацию морского капитана. Он не ринулся прямо, а выбрал наиболее удобный путь: сначала по пройденным португальцами и им самим путям, а затем по попутным ветрам и течениям. Сначала он обошёл с юга встречный для него Гольфстрим (известный в то время только в зоне северной Атлантики от Азорских островов до Исландии), спустился на юго-запад вдоль Канарского течения, а затем вместе с ним совершил поворот от берегов Африки на запад. Вдоль тропика с востока на запад дуют и попутные пассаты, подгонявшие его каравеллы.

«Никакая дорога не будет попутной, если не знаешь, куда идти», говорили древние. Именно этот вопрос: «куда мы плывем?», — был главной проблемой в плавании Колумба. В каком направлении — понятно, Адмирал железно держал курс на запад. Но **как далеко** придётся плыть? Немало других кораблей, отогнанных бурями от привычных африканских берегов на запад, сгинуло в океане без следа. На этот раз погода в целом благоприятствовала, но сильно смутили моряков фокусы компаса (см. вопрос № 9 за 2000 г.), а позже — мёртвые водоросли Саргассова моря. Дело, как известно, дошло даже до возмущения команды.

Колумб применил свои прежние приёмчики: во-первых он сознательно и с самого начала приступил к искажению данных о пройденном расстоянии. Команде он говорил одно, сам же считал по-другому (на день бунта им было объявлено счисление пути в 580 лиг вместо 750 лиг в действительности). Во-вторых, он просто превзошёл самого себя в применении методов убеждения и демагогии. Наконец, он (за несколько дней до финиша) даже провозгласил (!) приближение к искомой земле и назначил награду тому, кто первым её увидит. Сколько-нибудь разумное объяснение этому факту, пожалуй, можно дать только такое. Колумб, как вы помните, держал путь в страну «Манджи», которая, по расчётам Тосканелли, ожидала его на расстоянии примерно в 4000 миль (на 80° западной долготы). С другой стороны, жившие далеко на севере исладцы тоже имели свою оценку морского расстояния, хотя и в условиях совсем иных ветров и течений (долгота Ньюфаундленда 60° з. д.). Соответственно, в этом диапазоне расстояний Колумб и рассчитывал встретить свою «Индию».

Выше мы уже говорили о чудовищной ошибке Колумба: в его представлении Евразия была вдвое больше своего истинного размера и охватывала 3/4 земного шара. Это можно представить себе, если на место Гренландии поместить Чукотку, на место Лабрадора — Камчатку; тогда Япония окажется в Нью-Йорке, а Китай Марко Поло — на месте Флориды и Кубы. Вот именно туда-то Колумб и держал курс, ничего лишнего не говоря ни команде, ни соратникам, ни всяким там королям и прочим папам (обратите внимание на сознательную подмену Колумбом самих понятий «Индия» и «Китай», а ведь разница между ними составляет 60° по долготе или 5000 км по прямой).

Тем не менее, Колумбу столь же чудовищно и повезло (потому-то мы и знаем его имя, а не чьё-то другое). Хотя его «бросок на запад» занял всего 31 день, но на последнем этапе плавания он уже явственно начал нервничать. И надо же было так случиться, что именно на месте псевдо-Азии, почти что на другом конце земного шара (истинная долгота Шанхая 121° в. д., а не 280°) так кстати ему подвернулся совсем другой материк, известный сейчас как «Америка». 12 октября он наконец-то наткнулся на **о. Сан-Сальвадор** (или Святой Спаситель!, ныне о. Ватлинг в архипелаге Багамских о-вов), и Колумб с чистым сердцем и на полном основании вознёс хвалу Всевышнему («Дело сделано»).

Трудно удержаться от мысли, что Колумбу повезло крупно и дважды, столь вовремя ему этот жалкий островок подсунули. Дело в том, что в отсутствии детальной и достоверной информации о новом материке, Колумб, по-видимому, представлял его по аналогии с известными ему западными берегами Европы и Африки, вытянутыми по линии с севера на юг (разница в долготах между западными оконечностями Ирландии, Испании и Африки не превышает нескольких градусов). Если же посмотреть на карту Западного полушария, то видно, что Атлантический океан по форме очень похож на большую букву "S". И как раз на северном тропике находится его самая дальняя западная загогулина — Мексиканский залив. А ведь по размерам Залив больше всего Средиземноморья, вместе взятого! Вся Южная Америка и большая часть Северной лежит восточнее! От Барбадоса до Веракруса морем плыть столько же, как от Африки до Барбадоса. И если бы Колумб из-за плохой погоды или по невезению «пропилил» бы Багамские острова насквозь и ушёл в Залив, то... скормили бы матросы его акулам — в лучшем случае. Более того, это же чистая геофизическая случайность, что обе Америки вообще соединены Панамским перешейком. Не будь его и Антильских островов, Колумб ушёл бы в Тихий океан без следа! (Бочаров Павел: «ему крупно повезло: не будь Америки, он мог бы просто погибнуть»).

И наоборот, если, к примеру, с Азорских островов просто и без фантазий опускаться на юг, то можно легко попасть на восточный выступ Южной Америки — в Бразилию (что португальцы буквально через несколько лет и сделали).

Можно не сомневаться в том, насколько Колумб был счастлив в этот момент. Тёплое море, зеленые пальмы, маленькие и **большие острова** (Куба и Эспаньола, ныне Гаити), — курорт, честное слово! И люди есть. Странно, правда, что ни китайского, ни какого-либо вообще языка, кроме собственного, они не понимают, представления о других странах к западу не имеют. В отличие от негров, у них нет ни золота, ни слоновой кости, одни попугаи да пальмовые листья, да и в качестве рабочей скотины они хлипковаты, — это все уже не имеет значения, «**индейцы**» — и баста! И быстро домой, пока никто не опередил (а то один корабль уже погиб)!

Очень грамотно Колумб выбрал и свой обратный маршрут: сначала на северо-восток, по течению, известному сейчас как Гольфстрим, затем на восток по направлению западных ветров Атлантики, с тем, чтобы выйти не к Гибралтару, а к центральной Европе. На обратном пути буря разметала эскадру (корабль Пинзона унесло вообще во Францию), но морские стихии — это ещё цветочки! По иронии судьбы буря доставила Колумба сначала на португальские Азор-

ские острова, а затем прямо пред светлые очи старого его знакомого Жуана 2. Король принял его (09.03.1493 г.), как светлейшего князя королевской крови, и широким жестом приказал бесплатно снабдить Колумба всем, чем только он пожелает. На этот раз Его величество гораздо более внимательно выслушал Колумба, тщательно поинтересовавшись, где он был, что видел, и что везёт обратно. Больше всего короля интересовал вопрос, не подпадают ли открытия Колумба под определения новых земель, дарованных ему папой. «Чужая душа — потёмки», и трудно сказать, какие именно выводы сделал португальский король из этого контакта. Видимо в тот момент конкуренция на морях со стороны «брата» Фердинанда испанского не сильно его беспокоила, наличная добыча Колумба была невелика (откровенно говоря, просто мизерная!), а сам Жуан, уже получив данные Ковельяна о восточной Африке, готовился к решающему броску **в Индию на восток**. Колумб открыл в океане много островов? Прекрасно! Но принципиальное отличие между той Индией, куда двигались португальцы, и той, где только что побывал этот Колумб, не могло ускользнуть от внимания Его величества (75° восточной или 75° западной долготы — почувствуйте разницу!). А ссориться с соседом, только что победившим всех мавров, пожалуй, не стоит. И Жуан 2 выпустил удачу из своих рук во второй раз! Исчезни Колумб без следа по любой из возможных причин (а их было предостаточно), и весь заморский мир стал бы португальским.

Колумба с почестями отпустили (а могли бы и зарезать; по одному из сценариев всю команду «законно» могли ликвидировать, как пиратов, ещё на Азорских островах), и 15.03.1493 г. он вернулся в Палос, откуда стартовал 7 месяцев назад. На Фердинанда и Изабеллу, которые вовсе и не чаяли, что этот чужеземный проходимец Колумб вообще вернётся, свалилась неслыханная удача, и это сразу после победы в Гранаде. Вот что значит быть твёрдым в истинной христианской вере! **Новая империя**, обширнейших размеров, неслыханно богатая, — и буквально даром! [Ах, тут какой-то ещё Пинзон пишет, что это на свои деньги он снарядил корабли, открыл новые земли и готов служить короне. Ещё чего, да с такой фамилией!]. Через несколько дней кредитор Колумба тихо скончался. [Много позже уже император Карл 5 признал-таки его вклад и даровал семейству Пинзонов дворянство и привилегии «идальго», а обычно короли своих долгов не вспоминают]. А сейчас нужно срочно закрепить новые владения за Испанией, а для этого снарядить новую, **обширную экспедицию** немедленно, в этом же году! Пусть Колумб начинает подготовку сразу же, ещё до приезда, и пусть скажет, какая ему требуется помощь. (Из работ школьников: «Надо было посулить королю процент от прибыли и наплести ему всякой чепухи про новые открытия».)

Церемония торжественной встречи Колумба при дворе была подготовлена спустя месяц, но зато уж и проведена была на уровне триумфального шествия, превзошла все мыслимые и разумные границы: все было блестяще, великолепно, жалких индейцев принарядили в специально изготовленные для них золотые украшения, пальмы и попугаи тоже неплохо смотрелись. Неслыханная милость Провидения в награду монархам за благочестие! Правда, как говорили умудрённые опытом придворные: огромные почести быстро кончаются, а «самые трезвые умы не могли не поддаться крайне странным иллюзиям».

Главный начальник запада папа Александр 4, атакованный королями с двух сторон, уже 4 мая 1493 г. подтвердил буллу от 1454 г., добавив в неё право Португалии на все восточные земли от мыса Бохадор вплоть до Индии. Папа провёл раздел мира в 100 лигах от островов Зелёного Мыса, отдав все земли западнее в собственность Испании. При этом за линию границы была взята западная оконечность Азорских островов. Жуан 2 справедливо счёл, что 100 — это мало, и заявил свой протест. Испанская сторона не стала сильно упираться, и в данном пункте уступила братцу Жуану (о чем позднее сильно пожалела, уступив Бразилию). Трудные переговоры двух соседних держав завершились 7 июня 1494 г. в г. Тордесильяс договором о **разграничении сфер господства** по линии 370 лиг от Островов Зелёного Мыса (49°32′56″ з. д., или «папский меридиан»).

Уже 25 сентября 1493 г. началось второе плавание Колумба, но какая разительная перемена! Эскадра из 17 кораблей имела на борту 1560 чел., причём более 1000 из них были переселенцы: началась массовая колонизация Нового Света. («Король надеялся, что Колумб привезёт много пряностей и обогатит казну»). Колумб открыл ещё много всяких островов: Малые Антильские, Пуэрто-Рико, Ямайку. Но испанцев там ждали «испытания вместо рая», оставленный ими форт Навидад был разрушен, и золота было ну совсем мало. Когда Колумб в минорном настроении возвратился в 1496 г. домой, он испытал на себе уже явную холодность короля.

12. Гонка за лидером, или «кто главный индус?»

«Индийские» истории недолго были семейной тайной иберийских королей. Уже в 1496 г. **король Англии** Генрих 7, имевший переписку с Колумбом ещё в 1488 г., благословил Джона Кабота (генуэзец на службе у венецианских компаний!) «во все страны востока, запада и севера разыскивать и открывать разного рода острова и страны, до сего времени не ведомые христианам». На деньги бристольских купцов Кабот отправился «искать Китай» по пути викингов на западе, и в марте 1497 г. ещё раз «открыл» Ньюфаундленд и Лабрадор. В том же 1497 г. тихо прошло отплытие из Португалии в составе 4 кораблей Васко да Гама. В феврале 1498 г. началась вторая экспедиция Джона и Себастиана Кабота уже в составе 5 кораблей, — было обследовано почти всё северо-восточное побережье Северной Америки. Таким образом, пока Колумб занимался мелкими островами, они первыми достигли собственно материка.

Сам Колумб 30 мая 1498 г. вышел в третье плавание, имея уже всего лишь 6 кораблей. На этот раз он догадался взять на 13° южнее, и поэтому на сей раз он попал в район о. Тринидад и залива Париа (+10° с. ш.). Здесь он обнаружил, что вода в заливе стала пресноватой (!) и верно объяснил это впадением большой реки (р. Ориноко). Однако, прибыв на Эспаньолу, Колумбу пришлось заняться совсем иными делами — начался «крутой» мятеж колонистов.

А пока он занимался разборками в своей «Индии», в 1499 г. в Европе случилась сенсация: через 10 месяцев плавания **вернулся Васко да Гама**. В 1498 г. он посетил Каликут и Гоа и привёз подлинные, настоящие богатства. Добрая надежда Диаша оправдалась, путь в Индию был открыт!

При этом известии король Испании Фердинанд почувствовал себя «в дураках». Все эти колумбовы острова, индейцы, попугаи и прочие штучки — это **НЕ ИНДИЯ !!** Неизвестно, что он высказал Изабелле, но уже 18 мая 1499 г. из Кадикса в обстановке секретности была отправлена экспедиция Алонсо де Охеды (одним из штурманов которой был некто Америго Веспуччи). С этой же экспедицией король Фердинанд направил нового губернатора Вест-Индии и прокурора дона Франциско де Бобадилла.

Секретность миссии Охеды определялась целью, поставленной перед ним королём: пройти на запад до границы начала владений Испании (линия Тордесильяс), а затем по ней спуститься на юг до экватора и посмотреть, чем же в итоге владеет испанская корона на самом деле, а не со слов всяких чужеземных мошенников и проходимцев. Экспедиция честно выполнила поставленную ей задачу, и можно себе вообразить, как низко отпали челюсти у Охеды и Бобадилла, когда 2 июля 1499 г. они таки дошли до экватора: перед ними простирался **материк!** Мало того, здесь было устье реки. Мало же и этого: эта река была **Амазонка!** (подобного чуда природы испанцы не то что никогда не видели, даже вообразить себе не могли: в Испании-то речушки летом переплюнуть можно). Так каков же должен быть этот новый материк, если реки тут вот такие?! И почему это, интересно, Колумб всё время ходит в свою «Индию» по северному тропику, а не по экватору? А может быть самое интересное лежит ещё южнее? И наконец, самое главное: по действующему договору вправо лежат владения Испании, а влево, дальше на юг, откуда эта гигантская река несет свои воды — уже Португалии! Ой, неспроста Жуан так отодвигал границу своих владений подальше на запад! Не информировал ли его Колумб о чём-то таком, о чём умолчал перед Фердинандом? И не выйдет ли в итоге так, что Испании на новом материке достанутся одни болота да острова с попугаями, а португальцам — все основные территории и богатства? Колумб использует деньги короля Испании, а на какого, собственно, короля он работает? (Мурашкин Илья: «злоупотребление государственных денег»).

С этими мыслями от устья Амазонки экспедиция пошла вдоль «испанского берега» направо, на северо-восток, и прошла более 4000 км береговой линии нового материка, мимо о. Тринидад, р. Ориноко (где сам Колумб был всего несколько месяцев назад), о. Кюросао, и Венесуэлы. Вот это было уже очень серьёзно! Прибыв на Эспаньолу, Бобадилл предъявил Колумбу обвинение в обмане короля, **арестовал** его и в 1500 г. в цепях (!) доставил в Испанию («мавр сделал свое дело, мавр может уходить»). (Григорьев Дмитрий: «по возвращении домой Колумба посчитали шарлатаном и арестовали»).

Можно не сомневаться, что король Фердинанд, с искренней радостью увидев вновь своего столь дорогого ему (в буквальном смысле слова) Великого Адмирала Моря-Океана, со жгучим интересом поспешил расспросить его обо всех его плаваниях и открытиях, о находках золота, да поподробнее. «Жгучим» — это тоже в буквальном смысле, многие биографы Колумба упоминают о пытках. («Сокровища из Америки были намного беднее тех, которые привезли из настоящей Индии»).

В марте того же 1500 г. в «правильную Индию» вышла португальская эскадра Педру Алвариша Кабрала в составе 13 кораблей! Одним из капитанов

был Диаш, который на себе испытал всю прелесть встречных течений, идущих вдоль берега Африки на север. Поскольку широта мыса Доброй Надежды была известна, эскадра пошла поперек Атлантики прямо на юг. Не исключено, что аналогично Охеде, Кабрал также решал задачу «ревизии» владений своей, португальской короны вдоль «папского меридиана». И вдруг после экватора он наткнулся на материк! (а Охеда где-то тут побывал всего полгода назад). В соответствии с договором Тордесильяса Кабрал провозгласил новую землю собственностью Португалии и назвал Землёй **Санта-Крус** (Бразилия). Добравшись до настоящей Индии, Кабрал разграбил и в порядке гуманитарной помощи сжёг г. Каликут.

Получив ещё один материк «даром», португальцы начали его активно осваивать. К 1 января 1502 г. они уже обследовали более 7000 км берега и основали Рио-де-Жанейро.

В этой ситуации испанский король Фердинанд почувствовал, что его могут опять сильно надуть, но уже братец Жуан. Важен приоритет Испании! Было признано целесообразным вновь вызвать Колумба, привести его в порядок («амнистия») и опять отправить в эту его «Вест-Индию», чтобы отстаивать новый материк. 9 марта 1502 г. Колумб отправился в своё четвёртое и последнее плавание. На всякие там острова ему было приказано не отвлекаться. И хотя было понятно, что его «песня спета», именно в этом путешествии Колумбу в материальном смысле повезло больше всего. Сосредоточившись теперь на побережье, он открыл Гондурас, Никарагуа, Коста-Рику, Панаму, золотые рудники (россыпи) в Верагуасе (наконец-то!). Но опять продолжались неприятности: нападения туземцев, мятежи команды. Когда Колумб в 1504 г. вернулся в Испанию, он узнал о смерти Изабеллы, его покровительницы. Фердинанд же и «спасибо» не сказал, поскольку настоящая Индия для него была навсегда потеряна.

Португальцы же, войдя во вкус, активно продолжали свое наступление на восток. В 1502 г. Васко да Гама в чине адмирала Индии совершил своё второе плавание, пройдя обширное побережье Индостана. В 1505 г. вице-король Индии Альмейда разгромил египетский флот и вошёл в Персидский залив. В 1510 году Альбукерке захватил г. Ормуз, перекрыв пути по Персидскому заливу, и г. Гоа. С этого времени португальцы стали единственными **хозяевами** Индии. В 1511 г. они захватили Малайский п-ов и впервые встретили там китайские торговые поселения. В 1512 г. они захватили Молуккские о-ва (о-ва Пряностей), а в 1514 г. Хорхе Альварес добрался до Гуаньджоу (Кантон). Вскоре, в 1516 г. из Малакки было направлено португальское посольство в столицу Китая. В 1542 г. они добрались до Японии, а в 1550 г. добились права основать в Макао свою постоянную колонию. Таким образом, португальцы действительно «обошли» с юга турецкого султана, захватили Африку, Индию, Юго-Восточную Азию, и монополизировали всю восточную торговлю Европы. Они продавали пряности в Лиссабоне в 200 раз дороже своей цены, ограничивая их вывоз 5–6 кораблями в год, все же остальное просто уничтожалось.

Не нужно думать, будто бы стремясь в «заморские» страны, европейские монархи руководствовались простым любопытством или желанием «облагодетельствовать» свои народы новыми знаниями и открытиями, а все прочие — благами истинной веры. Единственным стимулом к плаваниям, открытиям и завоевани-

ям новых стран было золото, и только золото. Не случайно именно в период перед Великими географическими открытиями столь пышным цветом расцвела алхимия. Сам Колумб такими «убедительными» словами характеризовал свойства этого металла: «Золото — это совершенство. Золото создает сокровища, тот, кто владеет им, может совершить всё, что пожелает, и способен даже впустить человеческие души в Рай». Но зато и его плачевная судьба, по словам Стефана Цвейга, вполне оправданна: «Васко да Гама возвратился из Индии, пристал к берегу у Каликута, посетил сказочно богатых „заморимов“, не в пример Колумбу, побывавшему только на маленьких островах и в наиболее уединенных местах материка». (Таиров Наиль: «его посадили за золото, которого он так и не нашёл»).

13. Тень полумесяца-2

Итак, главным итогом 15 века для мировой торговли было открытие морского пути в Индию вокруг Африки и полная **монополия** на этом направлении Португалии, которая начала сказочно обогащаться. Однако, в начале 16 века произошла ещё одна немаловажная вещь: расширяющая экспансия турок вышла за пределы Малой Азии и начала стремительно расширяться на юг.

В 1514 г. султан Селим 1 разгромил Персию, затем последовала оккупация Сирии, северной Месопотамии, Ливана, Палестины. В 1516 г. та же судьба постигла египетских мамлюков, затем было занято побережье Аравии, где находятся мусульманские святыни. И хотя сами по себе святые места для бизнеса не столь важны, но при этом все **торговые пути** венецианцев через Ближний Восток оказались перерезаны. Преемник Селима султан Сулейман 1 (он же Великолепный) бодро продолжил завоевания: в 1520 г. был захвачен Алжир, Ирак и побережье Персидского залива, в 1521 г. — Белград, а затем все Адратическое побережье Далмации, в 1522 г. — Родос и другие острова Эгейского моря, в 1526 г. — Венгрия, а в 1538 г. — Аден и выход из Красного моря в Индийский океан. В итоге на западе Османская империя подступила вплотную к Италии, а на востоке сомкнулась с колониями португальцев. Теперь, после генуэзцев, турки взяли за горло и венецианцев — прежних монополистов в продаже товаров Востока в Европе. С начала 16 века в Средиземноморье война Турции и Венеции разгорелась не на жизнь, а на смерть.

14. Правь, Испания, морями!

По итогам 15 века Испании приходилось «сохранять мину при плохой игре», — выходило так, что и на юге (в Африке), и на востоке (в Индии), и даже на западе (в Южной Америке) португальцы её обошли. Естественно, что при таком раскладе на карьере и судьбе Колумба можно было поставить крест. Единственным выходом из этого незавидного положения было продолжение поисковых походов на запад, уже по суше, вглубь нового материка, открытого Каботом, Охедой и Кабралом, и именно на этом пути Испанию ждало Великое Будущее. 30 сентября 1513 г. Васко Нуньес Бальбоа перевалил горы в самом узком месте Панамского перешейка и обнаружил на западе Великое Южное море. Он нашёл

удивительно точное название для океана, известного в будущем, как **Тихий**. Знал бы он, как это море велико на самом деле!

В 1516–1518 гг. испанцы осваивают Юкатан и встречают тут цивилизацию майя. Наконец, в 1519 г. Кортес обнаруживает «**Золотую империю**» ацтеков, и в 1521 г. завоёвывает Теночтитлан.

А в это время в Европе следующий великий человек почти полностью повторял богатый мытарствами путь, пройденный Колумбом 30 лет назад. В 1515 г. уже следующему португальскому королю Мануэлу 1 был представлен проект поиска нового пути к недавно открытым островам Пряностей не вокруг Африки и далее мимо Индии на восток, а на запад, вокруг Земли Санта-Крус. Авторами этого предложения были португальский дворянин Фернан Магеллан и астроном Р. Фалейру. Удивительно, но факт: наследник наступил на те же грабли, что и его предшественник. Мануэл отверг эту идею, и Магеллан был вынужден уехать в Испанию.

Справедливости ради отметим, что идея Магеллана в том виде, как она могла быть им обоснована, действительно выглядела (и была на самом деле) безумной. К сожалению, мы не располагаем подробной информацией о расчётах и проекте маршрута этого плавания. Напомним, что географическую долготу в то время моряки не могли измерять никак, а только учитывали пройденное расстояние в линейных мерах (милях, лигах) или в днях пути, в отличие от широты, которую можно измерить в любой момент по высоте светил над горизонтом. Естественно, что с учётом трудностей плавания, противных ветров и течений, пройденный путь всегда казался много длиннее, чем истинный. Поэтому вполне могло показаться, что весь путь португальцев на восток до островов Пряностей и впрямь занимает большую часть земного шара. В результате, несмотря на состоявшееся открытие Америки, Магеллан, по сути, повторил прежнюю стратегическую ошибку Колумба, рассчитывая найти Китай и острова Юго-Восточной Азии не так уж далеко к западу от Бразилии. На самом же деле, долгота Молуккских островов составляет всего 130° в. д., а от Рио-де-Жанейро их отделяют 190° — больше половины земного экватора!

Итак, в 1518 г. Магеллан был вынужден повторить путь Колумба и от португальского короля бежал к испанскому Карлу 1, с которым ему (уже под именем «Фернандо») и Фалейру удалось в марте 1518 г. заключить договор. Задача экспедиции формулировалась так: поход к португальским **островам Пряностей с запада** и захват их. 20 сентября 1519 г. эскадра из 5 кораблей вышла в Атлантику, рассчитывая найти проход в «Южное море» на 30–35 градусах южной широты, аналогично южной оконечности Африки. Знал бы Магеллан, дойдя в начале 1520 г. до южного тропика, насколько он ещё далёк от своей промежуточной цели, и что ему предстоит спускаться вдоль берега Южной Америки почти что до льдов Антарктики! В этот период ему предстояли ещё более суровые испытания, чем в своё время Колумбу: открытый мятеж команды (чтобы вернуться) он смог подавить, только проведя показательный суд и казнив своего противника. Вход в пролив, позднее получивший его имя, был обнаружен на широте −53° (мыс Горн — 56° ю. ш.), и только 27 ноября 1520 г., больше года спустя(!) от начала плавания, ему удалось вырваться на просторы Тихого океана.

Но и это ещё было не самым ужасным. Взяв курс на северо-запад, чтобы пересечь это «море» и выйти к Китаю или Индии, его эскадра шла более 3 месяцев без единого намёка на землю или остров, без свежих продуктов и без воды! Большая часть команды погибла на этом пути. Поднявшись вновь до экватора и ничего не обнаружив, Магеллан был вынужден полностью повернуть на запад. Наконец, только 6 марта 1521 г. он наткнулся на острова «Латинских Парусов» (ныне Марианские), и был спасён от гибели. Вскоре, после открытия Филиппин (также отнесённых к владениям испанской короны), на о. Мактан 27 апреля 1521 г. он был убит, а жалкие остатки его эскадры, только к ноябрю 1521 г. достигшие изначально поставленной цели похода, — островов Пряностей, были разбиты португальцами и взяты в плен. Всего одно лишь судно под командой Эль Кано улизнуло, и пройдя полный опасностей «путь пряностей» вокруг Африки, прячась от португальцев, в сентябре 1522 г., спустя 1081 день плавания вернулось в Испанию, имея на борту всего 18 оставшихся в живых членов команды. И если Колумбу, чьё плавание «в неведомое» продолжалось всего 31 день, крупно и дважды повезло, то Магеллан, руководствуясь теми же идеями, полной мерой хлебнул цену тех же ошибок, заплатив за свои открытия высшую цену из возможных.

Но и «цена» открытий Магеллана была безмерно высока: планета Земля оказалась планетой **Океан**, между Азией и Америкой обнаружилось водное пространство, много шире Атлантики, все океаны оказались связанными между собой, так что земной шар можно «оплыть», но нельзя «обойти». Кстати, вернувшиеся моряки Эль-Кано потеряли в своём счёте один день календаря (вот растяпы!), а смысл этого феномена был осознан только в 1580 г., после аналогичного «открытия» Дрейка.

Мир опять переменился. Пришлось дипломатам двух королей вновь собираться в пограничном городке Бадахос (1524 г.) и думать, как этот новый мир **переделить по-новому**. Главной проблемой при разделе Тихого океана продолжала оставаться проблема долготы: представление о реальном положении островов Пряностей отсутствовало. В 1529 г. в Сарагосе договорились провести второе разграничение мира на 17° восточнее Молуккских островов — таким образом Тихий океан превратился в «испанское озеро». Вскоре, в 1532 г. Писарро захватил **Перу**: Испания полной мерой начала получать дивиденды колумбовых открытий (из Мексики и Перу испанцы вывезли в общей сложности золота на сумму более 450 млн. песо).

Как только богатства Нового Света рекой потекли в Испанию, прочие европейские начальники тоже забеспокоились. Как сказал в 1534 г. король Франциск 1: «пусть мне покажут тот пункт в завещании Адама, в силу которого Новый Свет должен быть разделён между моими братьями, королями Испании и Португалии, а я должен быть лишён своей доли наследства»; и послал экспедицию Жана Картье, которая открыла берег французской **Канады**. Англия в ответ на сделку иберийских владык объявила принцип свободного мореплавания. Эпоха великих географических открытий, начатая безвестным уроженцем Генуи, бурно продолжалась. Помимо юго-восточного прохода в Индию (открытого Васко да Гамой) и юго-западного (Магелланом), начались поиски и в других направлениях. Северо-восточный проход вокруг Евразии в 1553 г. начал иссле-

довать англичанин Ченслор, затем — Московская компания, основанная в 1554 г. в Лондоне. Северо-западным проходом вокруг Америки интересовались «пират Её Величества» Дрейк, а затем Кук.

15. Америка, а не Колумбия.

В результате турецких завоеваний на юго-востоке Европы, в Малой Азии и Ближнем Востоке, европейской цивилизации волей-неволей пришлось «выплеснуться» из лоханки Средиземного моря в **Мировой океан**, и при этом плоский мир превратился в невообразимо огромный Земной шар.

В 1507 г. географ из Лотарингии Вальдземюллер опубликовал путевые записки Америго Веспуччи, высказал мнение о **четвёртой** части света, введя понятие «Новый Свет», и предложил для континента название «Америка».

Подводя некоторый итог нашему рассказу, можно констатировать следующее. Неудивительно, что новый материк получил имя «Америка», ведь Колумб всегда говорил «Индия», а уже через несколько лет всем стало понятно, что это была вовсе не Индия; Колумб открывал только острова большие и малые (все данные по его 4-му плаванию оставались испанским секретом), а сам новый материк открыл Кабот, затем Охеда, затем Кабрал (все эти экспедиции по понятным причинам также были «закрытыми»). Первым описал берега Нового Света Америго Веспуччи, а в науке действует принцип: открытие «записывается», как правило, за тем исследователем, кто первым свои данные публикует.

Неудивительно, что Колумб последние годы прожил в нищете, и смерть его в 1506 г. осталась полностью незамеченной. Ведь его авторитет и в Португалии, и в Испании был подорван, признавать за ним его прошлые заслуги и титулы, дарованные ему ранее, в угаре энтузиазма, Их Королевским Величествам было вовсе невыгодно. Ну в самом деле, не платить же Колумбу обещанную долю доходов Нового Света, не держать же его там Вице-королём! (Данилова Тая: «Колумба арестовали из чисто экономических соображений — чем меньше людей владеют новинкой, тем больше концентрация денег у них»). Поэтому сам он был заброшен и забыт, а Веспуччи, напротив, получил в 1508 г. звание «главного пилота Кастилии»! («Более дальновидные люди догадались, что Колумб открыл новые земли, и из боязни, чтобы он не присвоил их себе, арестовали его сразу после возвращения»). Единственно, что во всей этой истории удивительно, так это то, что Колумб не повторил судьбу Пинзона, не был «сдан» инквизиторам, и не был казнён. И кстати, архив Колумба, хранящийся в Ватикане, более 500 лет остаётся закрытым; несмотря на многочисленные предложения канонизировать его за выдающиеся заслуги по распространению «единственно верной религии», Святейший престол никогда их так и не поддержал, видимо, по идеологическим или иным мотивам.

Ефимчук Алексей пишет: «Колумб не учёл массу Земли, в западном полушарии должен быть противовес восточному». Действительно, после открытия Америки идея противовеса северному полушарию Земли, где больше суши, чем океанов, владела умами географов, предполагавших наличие большого Южного материка. Антарктида, которую искал Кук, а нашли Беллинсгаузен и Лазарев,

оказалась совсем «небольшой», т. к. Земля на самом деле не нуждается в «противовесах».

Вопрос: *Какие принципиально важные астрономические измерения провели во время своих путешествий Колумб и Кук?*

Ответ. Используя астрономические явления, они измерили географическую долготу опорных точек на поверхности земного шара: Колумб — в Вест-Индии, Кук — в центре Тихого океана.

Комментарий. Одной из распространённых ошибок было утверждение, что Колумб и Кук измеряли координаты звёзд Южного полушария. Поскольку уже с экватора виден Южный полюс мира, то все яркие звёзды южного неба также могли наблюдаться португальскими капитанами задолго до Колумба. Для измерения координат звёзд необходимы точные и систематические наблюдения на одном месте с применением меридианных телескопов и часов. Эти задачи решались много позднее специальными астрономическими экспедициями в южном полушарии. Самое большее, что реально могли сделать капитаны кораблей в открытом море, это наблюдать какие-либо новые объекты, например, Магеллановы облака — ближайшие к нам галактики. Наоборот, это им, капитанам, были нужны координаты звёзд для определения своего местоположения.

Как уже было неоднократно отмечено, «ахиллесовой пятой» мореплавания в то время была принципиальная невозможность измерить географическую долготу положения вновь открытого острова или материка, а соответственно, и понять их истинное расположение на поверхности земного шара, что и привело к таким катастрофическим последствиям и Колумба, и Магеллана.

Как известно, долгота — это разница во времени между моментами полудня на разных меридианах. В принципе для того, чтобы определить местоположение любой точки на Земле, нужно два условия: во-первых, необходимо некоторое событие (явление), видимое одновременно в обоих пунктах, и, во-вторых, нужно измерить момент этого события по местному времени каждого из пунктов. Тогда разница долгот пунктов будет равна разнице их местных времен. Ни древних, ни средневековых европейских астрономов и космографов проблема долгот не сильно беспокоила: не было прямой практической необходимости; измерений расстояний в днях пути между городами на суше и островами на море для повседневных нужд было достаточно.

Не так обстояло дело на мусульманском востоке: учёные имамы должны были знать долготу каждого города, да поточнее. И причина к тому была самая что ни на есть серьёзная: без точного знания и широты, и долготы города невозможно точно рассчитать **направление (азимут)** на Мекку — главную святыню всех правоверных. Именно к Мекке должны обращать они свои молитвы, именно и точно туда должен быть направлен михраб каждой мечети (см. также вопрос № 7, стр. 1012). А если мечеть будет неправильно ориентирована — молитвы могут не дойти до Аллаха, попасть не по тому адресу к кому-нибудь ещё! Поэтому именно арабские астрономы, переняв эстафету у александрийских учёных, в течении почти 1000 лет (с 7 по 16 век) были главными хранителями и продолжателями математических и астрономических знаний, наблюдали небесные светила,

измеряли их высоту над горизонтом, создали алгебру и сферическую тригонометрию, методы вычислений и таблицы. В качестве астрономических событий, видимых во всех местах одновременно, они использовали **лунные затмения**, определяя моменты времени начала затмений, получали и долготу своего места.

И всё-таки, как ни крути, а Колумб был фантастически везучим человеком. Во время последнего, 4-го плавания ему опять и крупно повезло. 29 февраля 1504 г. произошло полное лунное затмение, эфемериды которого ему были известны заранее.

Дело в том, что ещё в 1471 г. астроном **Региомонтан** перебрался в г. Нюрнберг. По счастью, ему удалось уговорить местного богатого купца Бернгарда Вальтера, который дал ему денег на строительство астрономических инструментов и организацию небольшой обсерватории. Через 3 года, в 1474 г. Региомонтан издает свои знаменитые «Эфемериды» — таблицы координат звёзд, положений планет и обстоятельств затмений на период 1475–1506 гг, которые обессмертили его имя в истории науки. Но буквально через 2 года(!), в 1476 г. он умирает, а в 1504 г., всего за 2 года(!) до конца расчётного периода, Колумб оказывается не в испанской тюрьме, а на о. Ямайка, и по эфемеридам Региомонтана наблюдает лунное затмение!

Даже имея в своём распоряжении только песочные часы (которые могут измерять лишь непродолжительные интервалы времени), Колумб смог определить и момент истинного местного полудня, и момент начала затмения. Это затмение, предсказанное Региомонтаном на 01 марта в 01 ч 36 м Нюрнберского времени, началось около 19 ч ямайского местного времени (на Ямайке ещё было 29 февраля). Отсюда Колумб мог сделать заключение о разнице долгот между Нюрнбергом и Ямайкой примерно в 6,5 часов, т. е. с удовлетворительной точностью определить **обе географические координаты** своего местонахождения (истинные значения о. Ямайка — 78° з. д. 18° с. ш.). Почти наверняка это же затмение наблюдал и Васко да Гама, который в тот момент находился в Индии. Соответственно, истинное географическое положение и Индии, и Вест-Индии можно было уже достаточно точно зафиксировать на глобусе.

Главной трудностью затменного метода определения долгот была большая редкость Затмений. В 17 веке после изобретения Галилеем телескопа и открытия спутников Юпитера, для этой цели стали применять наблюдения их относительных положений, которые могли вычисляться заранее в виде таблиц. Однако, условия для наблюдений были не всегда благоприятными, и точность оставляла желать много лучшего.

Поэтому, когда на 26 мая 1761 г. было предсказано **прохождение Венеры** по диску Солнца, многие астрономы отправились в разные области Европы и Азии для астрономических наблюдений. Наблюдения проводил Королевский астроном (т. е. директор Гринвичской обсерватории) Невил Маскелайн. Парижская академия наук заранее отправила аббата Жан Шаппа д'Отероша точно измерять момент времени и определять долготу места далеко на восток — в Тобольск. В Санкт-Петербурге это же событие наблюдал М. В. Ломоносов, неожиданно обнаружив атмосферу Венеры. Через 8 лет должно было состояться ещё одно такое же прохождение Венеры — 6 июня 1769 г. Наблюдения проводились также во многих местах Земли: Парижская академия вновь командировала Отероша,

но на сей раз в Калифорнию; в Гурьеве наблюдения проводил Пётр Иноходцев. Английское Королевское общество снарядило в 1768 г. специальную астрономическую экспедицию с теми же целями в Тихий океан. Командовал кораблём молодой и никому тогда неизвестный лейтенант королевского флота Джеймс Кук. Сопровождавшие его астрономы произвели измерения моментов прохождения на о. Таити, и благодаря этому стало возможным построить окончательную координатную сетку **долгот на всей акватории Тихого океана**. (Сухина Анна: «Колумб и Кук измерили, что на каком градусе находится»).

Типичные ошибки.

— В то время были сильны мнения, что Земля квадратная, и с неё можно упасть.
— Колумб не учёл размеры Земли.
— Он думал, что до Индии можно доплыть за 2 недели.
— В судовом журнале был потерян 1 день, потому что корабли Колумба пересекли линию перемены дат.
— Арестовали его потому, что церковь видела в его путешествии угрозу своим учениям.
— Если бы он посмотрел на созвездия, то понял бы, что это новый континент, а не Индия.
— Колумб и Кук открыли соотношение звёзд и созвездий.

Нетривиальные версии.

— Он неправильно предсказал дни прибытия в Америку.
— Колумб назначил себя губернатором Америки, но под его неумелым началом деньги в Португалию идти не спешили.
— Набрал денег взаймы, а золота не привёз, и его посадили за долги.
— Колумб рассказал королю, что встретил людей, которые верят в другие религии, и его арестовали.
— Его арестовали за то, что он не перевёл календарь после 0 меридиана и отмечал религиозные праздники не в тот день.
— Он подумал, что потерял один день в путешествии, он считал, что так его наказали боги.
— Ошибка Колумба — он неправильно установил названия.
— Он украл деньги у королевы.
— Колумб открыл Америку, Кук — Австралию, а все остальные ездили на восток.
— Кук измерил длину одного градуса.

Примочки и пеночки.

— В то время считалось, что Земля стоит на трёх китах.
— В океане водятся всякие чудовища.
— Колумба посадили под охрану как противника религии.
— Когда Колумб вернулся, пронёсся слух, что он колдун.
— Обвинение за курение!
— Колумб открыл Америку по ошибке.
— Он думал, что на Земле нет других материков, кроме Евразии, Африки и Антарктиды.
— Они познакомились с неграми.

— Он захотел, чтобы его объявили королём океана.
— Денег не хватило и срока.
— Неимоверно тратил государственные деньги, хотел отделить колонии в Америке от метрополии.
— Кук показал, что стрелка компаса может довести до южного магнитного полюса.

Вопрос № 9. *С 1998 г. успешно работает космический интерферометр, один радиотелескоп которого находится под Москвой (г. Калязин, 64 м), а другой — на борту высокоорбитального спутника VSOP (Япония, 8 м). Оцените продольные и поперечные размеры квантов излучения, которые данный интерферометр принимает на длине волны 18 см от далёких квазаров.*

Комментарий. Квазары — это наиболее яркие (светимость 10^{47} эрг/с) и наиболее удалённые (до 3000 Мегапарсек (Мпс), или 10^{28} см) объекты во Вселенной. Хотя расстояния до них определяются по красному смещению их спектральных линий, в интересующем нас сейчас случае их излучение можно считать непрерывным спектром шумового характера (континуум). Типичные видимые угловые размеры центральных излучающих областей квазаров — 1 миллисекунда дуги (0,000000005 радиан), яркостные температуры (характеристика излучательной способности) — 10^{12}–10^{16} К, а поток энергии, который регистрируется от квазаров на Земле, может не превышать 1 мЯн (милли-Янский, или 10^{-29} Вт/(м$^2 \cdot$ Гц)).

Многие знают, что угловое разрешение (φ) любого астрономического инструмента определяется размерами его зеркала (D) и примерно равно $\varphi \approx \lambda/D$, где λ — длина волны принимаемого излучения. Поэтому, например, человеческий глаз с размерами зрачка 5 мм (ночью) в видимом свете ($\lambda \simeq 5500$ Ангстрем) имеет разрешение около 1 угловой минуты. Радиотелескоп с зеркалом диаметром 64 м на волне 18 см будет иметь разрешение на порядок хуже, около $10'$. Естественно, что наблюдать столь малые угловые структуры, как ядра квазаров, на одиночном радиотелескопе невозможно, и для этого используются интерферометры.

Явление интерференции все хорошо представляют себе на примере наложения волн на поверхности воды и интерференционных картин на мыльных пузырях и других тонких плёнках, поэтому проще всего объяснить процессы в радиоинтерферометре, используя...

Волновой формализм. В этом случае две антенны (или много антенн) принимают приходящие от радиоисточника электромагнитные волны. Поскольку космические радиоисточники удалены на значительные расстояния, радиоволны, приходящие на разные антенны, можно считать параллельными и одинаковыми. Антенны разнесены на некоторое расстояние B, которое называется базой интерферометра, поэтому радиоволна, приходящая на более удалённую антенну, будет задерживаться на величину $\tau = B_{\text{п}}/c$ где $B_{\text{п}}$ — проекция базы на луч зрения, c — скорость света. Затем радиоволны преобразуются в согласованный формат и суммируются между собой. Если на проекцию базы $B_{\text{п}}$ укладывается целое число длин волн, то сложение принятых радиоволн даст интерференционный сигнал, если полуцелое — волны придут в противофазе и интерференции

не будет. Если радиоисточник сместить на небе на угол $\varphi \simeq \lambda/B_0$, где B_0 — проекция базы, перпендикулярная лучу зрения, то между принимаемыми волнами вновь возникнет разность фаз. Поэтому угловое разрешение радиоинтерферометра определяется уже не диаметрами отдельных телескопов, а величиной проекции базы. Увеличение базы интерферометра позволяет наблюдать радиоисточники с разрешением во много раз большим, чем у оптических телескопов (желающие могут самостоятельно определить разрешение интерферометра, состоящего из двух телескопов на разных сторонах земного шара). Возвращаясь к формулировке вопроса, можно сказать, что продольный размер электромагнитных колебаний определяется длиной волны (в нашем случае 18 см), а поперечный размер волнового фронта остается неопределённым, т. к. волны распространяются от источника изотропно по всему пространству.

Однако вспомним, что свет излучается не в виде непрерывных волн, а отдельными порциями, т. е. квантами, и поэтому применим...

Квантовый формализм. Само понятие кванта, как порции излучения, было введено в 1900 году Максом Планком для объяснения закона излучения нагретых тел (закон Планка). В 1905 г. Эйнштейн на примере фотоэффекта показал, что все электромагнитное излучение состоит из отдельных частиц (фотонов), энергия которых $E = h\nu$, где h — постоянная Планка ($h = (6{,}626176 \pm 36) \cdot 10^{-27}$ эрг $\cdot$ с), ν — частота излучения. Соответственно, на волне 18 см один квант излучения имеет энергию $E = 1{,}1 \cdot 10^{-17}$ эрг.

Если поток энергии от квазара составляет $F = 1$ мЯн, диаметр принимающей космической антенны $d = 8$ м, полоса приема сигнала $\Delta\varphi = 1$ кГц, то количество квантов, которое за время накопления $\Delta t = 1$ с упадет на поверхность антенны, составит: $N = F(\pi d^2/4)\,\Delta f\,\Delta t$, или примерно 0,5 кванта.

В этом случае становится непонятно, как же космический интерферометр все-таки работает. Во-первых, 1/2 фотона не бывает. Во-вторых, длительность самого процесса излучения кванта, по-видимому, около 10^{-18} с (в современных фемтосекундных лазерах длительность импульсов сопоставима с 10^{-15} с), так что одновременный приход двух фотонов в разные антенны столь же маловероятен. Наконец, в-третьих, любые два фотона не являются когерентными (различаются по фазе, поляризации и другим характеристикам), и поэтому интерференции не дадут. Чтобы понять принцип действия интерферометра в рамках квантового формализма, необходимо вспомнить принцип неопределённости Гейзенберга. Для любого квантового объекта, в том числе фотона, невозможно одновременно точно определить (измерить) и импульс ($p = h\lambda$) и пространственные координаты (x). Неопределённости (их ошибки измерения) связаны между собой: $\Delta p\,\Delta x \geqslant h/(2\pi)$. Неопределённость импульса соответствует точности измерения угла прихода фотона на интерферометре: $\Delta p \simeq \varphi p \simeq (\lambda/B_0) \cdot (h/\lambda) = h/B_0$. Тогда,

$$\Delta X \geqslant h/(2\pi\,\Delta p) \simeq h/(2\pi\,h/B_0) = B_0/(2\pi).$$

Таким образом, измеряя на интерферометре направление прихода фотона с угловым разрешением $\varphi = \lambda/B_0$, мы создаем неопределённость его положения в пространстве, сопоставимую с базой интерферометра. В известном смысле можно

сказать, что размеры кванта радиоизлучения увеличиваются до размеров самого интерферометра.

В этом случае ($\Delta x \simeq B_0$) мы должны рассматривать интерферометр не как набор двух или более антенн, а как единую установку, единый квантовый прибор, регистрирующий приходящий фотон.

Квантовая телепортация. Наконец, рассмотрим самый экзотический формализм: квантовую телепортацию сигналов. «Экзотическим» его можно назвать потому, что 8 лет назад была опубликована статья 6 авторов (Ч. Беннета, Г. Брассара, С. Крепеа, А. Переса, В. Вуттерса, Р. Джоши), где этот термин был введён, и были рассмотрены теоретические основы процессов телепортации в отношении элементарных частиц. Только в 1997 г. этот процесс был реально подтверждён в физических экспериментах (подробнее см. «Химия и жизнь», № 8, 1998 г.).

Между тем, можно, пожалуй, утверждать, что в астрономии (точнее, в радиоастрономии) процессы квантовой телепортации успешно применяются уже 35 лет (!), только без самого этого названия. В 1965 г. советские специалисты по радиоинтерферометрам Матвеенко Л. И., Кардашев Н. С. и Шоломицкий Г. Б. предложили, а в 1971 г. совместно с американскими коллегами реализовали на практике т. н. «радиоинтерферометр со сверхдлинной базой» (РСДБ) между радиотелескопами Симеиз (Крым, 22 м) и Голдстоун (США, Калифорния, 64 м). Отличие РСДБ от обычного интерферометра состоит в том, что в момент наблюдений и приёма радиосигналов от космического источника между разными телескопами нет никакой связи. Приходящие сигналы просто принимаются, преобразуются и фиксируются на материальный носитель в согласованном формате (исторически для этого использовались видеомагнитофоны и магнитные ленты). Само же явление интерференции сигналов возникает много позже, когда эти записи транспортируются в единый вычислительный центр и программным образом коррелируют (т. е. соотносятся) друг с другом. Обязательным требованием для успешной интерференции является высокая степень временной согласованности записываемых сигналов; для этого на обоих телескопах работают высокостабильные когерентные стандарты частоты (со стабильностью до 10^{-16}) и часы (шкалы времени) синхронизируются с точностью до 10^{-6} с.

Принцип РСДБ позволил использовать радиотелескопы на всех материках (даже в Антарктиде) и реально увеличить базу интерферометра до размеров земного шара. На таком «глобальном» телескопе можно получить карты (радиоизображения) квазаров с угловым разрешением до 100 микросекунд дуги или 0,0000000005 радиан (под таким углом видно из Москвы спичечную головку в Париже или футбольный мяч — на Луне).

За прошедшее время техника РСДБ была усовершенствована тем, что вместо непосредственной перевозки записанного сигнала (так сказать, «багажом») стали применять его ретрансляцию через геостационарный спутник (с 1976 г.) или по волоконным линиям связи. Это позволило получать интерференцию в реальном времени. Наконец, одну из приёмных антенн отправили вообще в космос, на орбиту около 30000 км.

В терминах формализма квантовой телепортации в космическом интерферометре происходят следующие процессы. Квазар посылает квант света, который

достигает первого (ближайшего к нему) телескопа («подлетает» к нему). Заранее (ещё до его прихода, в течение всего процесса наблюдений) в обоих телескопах постоянно работают стандарты частоты, генерирующие опорные синхронизирующие сигналы. Эти сигналы в радиодиапазоне аналогичны потоку элементарных частиц с коррелированными квантовыми состояниями (см. парадокс Эйнштейна—Подольского—Розена). В первом телескопе происходит смешивание пришедшего фотона с опорным импульсом, сам фотон при этом исчезает, а вместо него рождается новый квантовый объект («бифотон», аналог «смешанной» частицы), который и фиксируется на материальный носитель (записывается на магнитную ленту или передаётся дальше по линиям связи). Одновременно с этим на другом телескопе (или на всех других телескопах, если в наблюдениях принимают участие много антенн в разных точках пространства) происходит изменение квантового состояния опорного импульса, идентичное «бифотону» первого телескопа, которое затем также фиксируется в материальном виде каждым приёмником самостоятельно. Процесс передачи квантового состояния в формализме телепортации называется «посланием». Необходимо подчеркнуть, что само квантовое состояние фотона передаётся на все принимающие антенны (а в общем случае — по всему пространству) мгновенно. Иными словами, «послание» распространяется мгновенно.

Затем полученная телескопами и зафиксированная ими информация о квантовом состоянии пришедшего фотона передаётся материальными носителями в единый центр со скоростью, не превосходящей скорости света. Данная информация о событии, происшедшем в иной точке пространства, в формализме телепортации называется «сообщением». Только после получения «сообщений» от всех телескопов и их совместной обработки можно будет восстановить информацию о квантовом состоянии того фотона, который изначально пришёл от квазара, т. е. определить его энергию (длину волны), направление прихода (импульс), поляризацию, и другие параметры. При получении большого числа квантов света можно будет построить радиоизображение квазара.

Иными словами, полный процесс квантовой телепортации каждого фотона вовсе не мгновенный, этот процесс завершается только после завершения совместной обработки сигналов от всего ансамбля приёмных антенн. В принципе, можно и сейчас взять ленты, записанные много лет назад и вновь получить интерференционный сигнал с неба. Понятно, что в данном случае в формализме телепортации понятие о пространственных размерах и временных продолжительностях квантов света также утрачивает физический смысл.

Было бы очень интересно процесс телепортации увидеть в буквальном смысле, т. е. осуществить его для оптических квантов. К сожалению, до настоящего времени ещё нет РСДБ в оптике («ОСДБ»), поскольку не реализованы источники непрерывного когерентного сигнала (стандарты частоты) для оптического диапазона (частоты около 10^{15} Гц).

Вопрос № 10. *Астрономы и физики активно обсуждают проблему «скрытой массы» во Вселенной и фундаментальные открытия, сделанные в 2001 г. Что, где и почему от нас «скрывают»?*

Комментарий. Весьма интересную мысль высказал в своей работе Страхов Гоша: «в связи с развитием человечества у 6 миллиардов особей первичная всеобъемлющая ценность жизни заменилась во многом на другие, искусственные ценности, и основа жизни, её ценность ушла на второй план». Автор и не предполагал, что его астрономические вопросы могут затронуть соображения о процессе познания, ценности и смысле жизни как отдельного индивида, так и Человечества в целом.

Ну, обратимся к небу.

Когда автор учился в МГУ, то в учебнике астрономии (70–80-е годы 20 века) было написано: «Звёзды — наиболее распространенные объекты во Вселенной. Более **98% массы** космического вещества сосредоточено в этих газовых шарах, остальная часть его рассеяна в межзвёздном пространстве». Если рассматривать только нашу Солнечную систему, то это утверждение «с большим запасом» верно: масса всей планетной системы (планеты, спутники, метеориты, кометы) составляет всего 1/743 часть от массы Солнца. И это понятно, поскольку за 4,5 млрд. лет всё пространство Солнечной системы было основательно «продуто» солнечным ветром, и большая часть бывшей околозвёздной оболочки (не попавшая в планеты) рассеяна в межзвёздном пространстве. Помимо кеплеровых орбит планет, которые они выдерживают с отменной точностью, у нас к настоящему времени имеется и независимые инструментальные проверки распределения массы по Солнечной системе — это траектории полётов межпланетных станций. Если бы у нас «внутри» было бы что-нибудь тяжёлое «спрятано», то мы бы это вполне «почувствовали» по гравитационному отклонению от заданного курса.

Иное дело, когда мы выходим на межзвёздные и межгалактические просторы. Вся материя, заключенная в звёздах, условно называется «светлым» или «излучающим» веществом, а вещество, заключённое в межзвёздном газе и пыли, тёмных телах и в материи иной природы, называется «тёмной» или **«скрытой» массой**.

Вопрос о «скрытой» массе заострился в последние десятилетия, когда для многих галактик были получены достаточно точные **кривые вращения** по лучевым скоростям звёзд на периферии. Дело в том, что по мере приближения к краю любой галактики, чётко видно, что «излучающего» вещества становится все меньше и меньше (меньше ярких звёзд). Естественно было ожидать, что скорости, с которыми далекие звёзды вращаются вокруг своей галактики, будут уменьшаться по абсолютной величине, аналогично тому, как уменьшаются кеплеровы скорости планет по мере удаления от Солнца. Однако оказалось, что этого не происходит! У большинства галактик скорости их вращения, увеличиваясь по мере отступления от центра, достигают в области развития спирального узора некоторого максимального значения, а потом, ужé за пределами «видимой» галактики, и не думают уменьшаться! (или делают это очень вяло). Это прямо означает, что помимо видимых нами звёзд, каждая галактика содержит ещё и большое количество «тёмной», но вполне «тяжелой» материи. Аналогичные тёмные «гало» обнаружены вокруг нашей Галактики и Туманности Андромеды.

Аналогичную загадку задали и **скорости в скоплениях галактик**. При построении карт скоростей отдельных галактик оказалось, что они вращаются вокруг своих скоплений слишком быстро: при таких скоростях, которые они имеют, скопление давно должно было бы «разлететься», если бы оно «весило» ровно столько, сколько весят все светящиеся звёзды. Значит, помимо видимых звёзд, в скоплениях галактик также должны быть тёмные «довески», масса которых уж никак не 2 %, а много больше. Например, для нашей т. н. Местной системы галактик оценку массы пришлось увеличить более чем на 30 %.

Естественно, что разгадка «скрытой» массы во Вселенной не имеет какого-нибудь одного и простого решения (собственно, эта проблема пока ещё далека от своего решения). Все возможные решения и «находки» условно делятся на макроскопические объекты и элементарные частицы.

Одним из удивительнейших наблюдательных фактов на этом поприще стало «растворение» в последние годы целого типа неправильных или иррегулярных галактик. Дело в том, что ещё в 1920-е гг. Эдвин Хаббл (1889–1953) предложил классифицировать все галактики по их морфологическим признакам (внешнему виду). Получилась стройная схема (т. н. «камертон Хаббла»), в которой слева была прямая эллиптических галактик (от E0 до E10), а справа две ветви «нормальных» спиральных галактик (Sa–Sb–Sc) и «пересечённых», имеющих около ядра т. н. «галактический бар» (Sba–SBb–SBc). Причём самый центральный тип т. н. «линзовидных» галактик S0 был сначала предсказан, а лишь потом реально обнаружен. Отдельно стоящим типом (по принципу: «не пришей кобыле хвост») были как раз бесформенные или иррегулярные Ir галактики. Впоследствии оказалось, что цвет, обилие газа и другие физические характеристики галактик систематически изменяются вдоль линии E0–E10–S0–Sa–Sb–Sc–Ir. А буквально в последние годы, благодаря наблюдениям на крупнейших телескопах мира, в том числе и на космическом телескопе имени Хаббла(!), в ближайших Ir галактиках удалось обнаружить очень слабые **галактические диски**, состоящие из старых, красных и тусклых звёзд. Тем не менее, наличие этих дисков, во-первых, сразу увеличило массу галактик в 2–3 раза, а, во-вторых, перевело их из класса Ir в класс S. Просто, в отличие от нормальных спиральных галактик, в которых области звёздообразования и молодые, очень яркие звёзды расположены в галактической плоскости и образуют красивый спиральный узор, в бывших Ir галактиках области звёздообразования «разбросаны» беспорядочно по всему объёму этих галактик.

Помимо старых и тусклых красных звёзд, в галактиках существуют и т. н. **белые карлики**. Это остатки эволюции среднемассивных звёзд, имеющие очень малые размеры: в 100 раз меньше Солнца или порядка размеров Земли. Поскольку их масса сравнима с массой Солнца (не больше $1{,}4M_{\text{C}}$ — «предел Чандрасекара»), то плотность вещества в белых карликах может достигать 10^6 г/см^2 и находится в состоянии т. н. «вырожденного газа» (ускорение свободного падения на поверхности до 10^8 см/с^2). Хотя эти объекты очень горячие (до 70000 K), но из-за малого размера их общая светимость мала (10^{-3}–$10^{-4}L_{\text{C}}$), и они трудно обнаружимы даже в ближайших окрестностях Солнца. Наиболее знаменитым примером белого карлика является «невидимый» спутник Сириуса (видимая величина $+8{,}68^m$, масса $0{,}98M_{\text{C}}$, размер $0{,}022R_{\text{C}}$). Общее число белых карликов

в Галактике составляет до 10 %, но эта величина подлежит уточнению и может существенно возрасти.

Следующими макроскопическими объектами, дающими свой «вклад» в дело «скрытой» массы являются все те «остатки» от процессов звёздообразования, масса которых слишком мала для того, чтобы в их недрах загорелись термоядерные реакции. Это т. н. **коричневые карлики** ($M < 0{,}1\,M_{\rm C}$ или 10^{32} г), которые слабо светятся в ИК диапазоне только за счёт собственного гравитационного сжатия, и **субзвёздные объекты** или планеты-гиганты ($M < 0{,}02\,M_{\rm C}$ или 10^{31} г), которые уже практически совсем не светятся (масса Юпитера $2 \cdot 10^{30}$ г). Именно из-за слабой светимости этих объектов до сих пор остаётся открытым вопрос об их числе: даже для ближайших окрестностей Солнца пока не удалось подсчитать полностью все звёзды малой массы, чтобы установить их пространственную плотность и полную массу, которую они содержат.

Следующим, уже экзотическим «вкладчиком» являются **мини чёрные дыры**. Дело в том, что уже достаточно долгое время общепринятой точкой зрения является та, что в центре квазаров и активных галактик находятся сверхмассивные чёрные дыры (до $10^9\,M_{\rm C}$), а среди релятивистских объектов — остатков сверхновых звёзд — имеется уже несколько кандидатов в «нормальные» чёрные дыры с массой 5–10 $M_{\rm C}$. Однако, чёрные дыры могут быть, в принципе, любой массы, и если массивные активно втягивают в себя вещество из межзвёздной среды и тем самым обнаруживают себя, то чёрные дыры с массами меньше солнечной вполне могут путешествовать незаметно для нас. Астрономы уже неоднократно наблюдали странные «уярчения» некоторых слабых звёзд. Это были не их собственные вспышки, а именно эффекты, связанные с прохождением по лучу зрения между звездой и нами маленьких чёрных дыр, действующих в качестве т. н. гравитационной линзы, собирающей свет. При этом они имели характерные симметричные по времени профили, одинаковые для всех длин волн. Поскольку сами по себе эти мини-дыры не видны никак, то вопрос об их числе и массе, в них содержащейся, также активно дискутируется в последнее время, но пока ещё далёк от окончательного ответа.

После рассмотрения макроскопических объектов (список которых, разумеется, неполон), перейдём ко второму типу «тяжёлых» объектов — элементарным частицам. Поистине сенсационным в июне 2001 г. было измерение массы солнечных нейтрино, которая оказалась отличной от нуля и положительной. Этот результат был получен в ходе космического эксперимента, когда японский спутник ловил нейтрино, «пронизывающие» земной шар насквозь. Верхняя оценка на массу нейтрино составляет до 2 эВ. Между тем, еще в 1966 г. Я. Б. Зельдович и С. С. Герштейн указали, что в рамках теории горячей Вселенной концентрация реликтовых нейтрино сравнима по величине с концентрацией реликтовых фотонов (т. н. «реликтовое излучение» 2,7 К в радиодиапазоне). Соответственно, общая масса всех реликтовых нейтрино, по расчётам, может увеличить долю тёмной материи до половины критической плотности Вселенной, и тогда именно реликтовые нейтрино определяют развитие гравитационных неустойчивостей и основных пространственных структур в ранней Вселенной (формирование сверхскоплений галактик).

Помимо «обычных» элементарных частиц, физики «сконструировали» несколько типов сверхтяжёлых (по меркам микромира) объектов, условно названных Dark Electric Matter Objects или «**даемоны**». В апреле-июне 2001 г. получены результаты экспериментов на сцинциляционных датчиках, в которых даемоны (планковские сверхтяжёлые частицы массой $2 \cdot 10^{-5}$ г) были зафиксированы. При этом авторы из Физико-технического института им. А. Ф. Иоффе (г. Санкт-Петербург) утверждают, что им удалось разделить «быстрые» частицы, летящие вдоль галактического диска со скоростью 35–50 км/с, и «медленные», движущиеся на гелиоцентрических орбитах (3–10 км/с). Вопрос о числе этих сверхтяжёлых частиц и их вкладе в тёмную массу Вселенной также пока открыт.

Наконец, отдельным вопросом является такая величина, как плотность вакуума, которая также может быть отличной от нуля и присутствует в космологических моделях расширения Вселенной в виде т. н. «космологической постоянной». По последним оценкам, плотность вакуума может меняться в диапазоне от 0,7 до 0,4 критической плотности Вселенной.

А если уж говорить о совсем фантастических вещах, то можно упомянуть и о том, что в современных космологических теориях наша Вселенная не является «плоской» и имеет со времени Большого Взрыва (как момента начала инфляции метрики пространства-времени) намного больше измерений, чем те 4, к которым мы привыкли в нашем «нормальном» мире. Просто в той части мира, где живём мы, реализованы конкретные 3 координаты в пространстве и 1 во времени, а в других местах Веленной (в том числе и в мирах, «параллельных» нашему пространству) могут быть реализованы иные «наборы» первичных координат. В этом случае в параллельных мирах могут существовать другие галактики, звёзды, планеты (или не существовать, если «те» физические законы этого не позволят), но мы не будем «видеть» их никаким способом, кроме гравитационного взаимодействия.

Вопрос. *Что это означает для Вселенной в целом?*

Комментарий. Трудно не согласиться с точкой зрения Ларина Алексея: «это означает, что некоторые законы и знания придётся дорабатывать после изучения „скрытой массы“».

Выше уже была упомянута т. н. «критическая плотность» Вселенной. Дело в том, что наша видимая Вселенная, как известно из открытия Хаббла, расширяется. Однако скорость этого расширения не постоянна и прямо зависит от общей массы материи, во Вселенной содержащейся. Если плотность материи меньше критического значения, то разлёт пространства (начавшийся в эпоху Большого Взрыва) вместе со всеми галактиками в нём будет продолжаться и далее, а в случае, если всех видов вещества во Вселенной больше, чем критическая плотность, то рано или поздно, расширение «тяжелой» Вселенной сменится её сжатием и коллапсом. Величина критической плотности определяется формулой $\rho_c \sim \frac{3}{8\pi}\frac{H^2}{G} \sim 10^{-29}$ г/см^3, где H — постоянная Хаббла (скорость «разбегания» галактик[1]) $= 60\,\frac{\text{км/с}}{\text{Мпс}} = 2 \cdot 10^{-18}$ с$^{-1}$, G — гравитаци-

[1]Обусловленная расширением вселенной скорость v убегания любого объекта от «неподвижно-

онная постоянная $= 6{,}67 \cdot 10^{-11}$ кг$^{-1}$м^{3}с$^{-2}$. Интересно заметить, что это плотность светлого галактического вещества, равномерно «размазанного» по Вселенной, составляет всего 2 % от критического значения, т. е. $2 \cdot 10^{-31}$ г $\cdot$ см$^{-3}$ или 10^{-7} атомов $\cdot$ см$^{-3}$. (Крутова Мария: «можно увидеть лишь часть Вселенной, на небольшом по космическим меркам расстоянии, можно рассчитать её среднюю плотность и узнать о настоящем, прошлом и будущем её состоянии, является ли Вселенная расширяющейся или сжимающейся, бесконечной или замкнутой»).

Правда, если это и случится, то не в ближайшие 10000000000 лет.

Типичные ошибки.

— Чёрные дыры обладают бесконечно большой массой и плотностью.

— Антивещество при взаимодействии с нашей Вселенной аннигилирует.

— Человек, ничтожная песчинка во Вселенной, пытается понять непонятное, изучить неизученное, что ему, конечно, никогда не постичь.

Нетривиальные версии.

— От нас скрывают: многое, чтобы мы меньше знали, меньше переживали, меньше волновались/ приближение комет/ повышение температуры Солнца/ другие солнечные системы/ остаток какой-нибудь цивилизации на другой планете/ ученые уже вступили в контакт с инопланетянами и ведут с ними сотрудничество/ что скоро будет потоп/ скоро энергия солнца иссякнет/ тайны о пропавших кораблях.

— Они могли открыть другую Вселенную.

— Это значит, что вся Вселенная станет Чёрной дырой.

— Наша Вселенная ещё очень молода, многое может случиться.

— Антиматерия движется в другую сторону по шкале времени.

— Гравитационные линзы будут опасны в будущем для межзвёздных перелётов.

— Существует опасность, что дыры разрастутся и проглотят всю Вселенную.

— Человек использует те лучи, которые недоступны простому глазу, и открывает новую массу.

— Вселенная будет расширяться вечно, превратившись в бесструктурное пространство.

— Сейчас астрономы ищут новую планету для жизни.

— Это означает для Вселенной, что человеческий вид может исчезнуть навсегда.

— Астрономы не могут обнаружить звезду смерти Немезиду.

— Каждую пятницу в Австралии на полях появляются выжженные круги и исчезают люди. Через много лет они возвращаются обратно, и не сговариваясь, говорят одно и то же.

— Нам слишком много неизвестно, мы пытаемся ускорить временной процесс, а делать этого нельзя!

— Учёные не хотят рассказать народу, что мы являемся какими-то крысами, на которых проводят эксперименты.

— Скрытая масса заключается в частицах, которые меньше фотона, поэтому они не видны.

— Остатки первовещества. Возможно, появятся новые галактики.

го» наблюдателя пропорциональна расстоянию L от наблюдателя до объекта: $v = HL$; наблюдатель может находиться в любом месте (например, на Земле) — постоянная Хаббла H от этого не зависит.

Примочки и пеночки

— На нашу планету движутся какие-то тучи. Это очень воздействует.
— Во Вселенной есть что-то ещё!
— Чтобы мы не знали и не болтали много.
— Астрономы скрывают массу Вселенной, потому что сами её не знают.
— Теория относительности — не последний шаг, будет и относительно её новая теория.
— Во Вселенной есть дыры пространства, где можно перемещаться во времени.
— Вселенная расширяется и вытесняет скрытую массу.
— Вся Вселенная будет всосана в чёрную дыру. Они засасывают даже свет.
— Земля ведёт войны, а на их планете давно уже мир, поэтому инопланетяне скрывают от нас своё присутствие.

Критерии оценок и награждения

На конкурсе по астрономии и наукам о Земле традиционно предлагаются вопросы, на которые не требуется давать «правильных» и «полных» ответов. Возможные ответы на каждый вопрос жюри условно поделило на несколько составных частей, каждая из которых обычно оценивалась одним баллом. Результатом участника считалась сумма всех полученных баллов по всем вопросам. Примерная «инструкция» по проверке и оцениванию работ в баллах приведена ниже.

Вопрос № 1. Размеры ядра кометы Галлея — 1; оценка массы и притяжения — 1; неровности поверхности — 1; рыхлость материала кометы — 1; скорость движения — 1; орбита кометы Галлея — 1; возвышение над плоскостью эклиптики — 1; изменение яркости планет и Солнца — 1; нагрев ядра около Солнца — 1; газовые струи и сброс оболочки — 1; **итого** 10 баллов.

Вопрос № 2. Относительность вращения и дифференцированное вращение — 1; циклоны и антициклоны — 1; струйные и морские течения — 1; вращение геомагнитного поля — 1; вращение Венеры и её атмосферы — 1; Красное пятно Юпитера — 1; обратные спутники планет — 1; взаимодействующие и слившиеся галактики — 1; **итого** 9 баллов.

Вопрос № 3. Фазы Луны — 1; движение Луны относительно звёзд — 1; понятие о резонансах (одной стороной) — 1; торможение системы Земля—Луна — 2; Вращение Солнца — 1; движение Солнца в местной системе — 1; движение Солнца в Галактике — 1; собственные движения звёзд — 1; **итого** 9 баллов.

Вопрос № 4. Радиационное загрязнение от испытаний ядерного оружия — 1; хлорфторуглеродные летучие вещества — 1; выброс CO_2 в атмосферу — 1; загрязнение пресных вод — 1; хозяйственное использование и опустынивание земель — 1; урбанизация и загрязнение ландшафтов — 1; вырубка лесов — 1; исчезновение видов животных — 1; вылов рыбы и других морских животных — 1; космический мусор — 1; **итого** 10 баллов.

Вопрос № 5. Силы поверхностного натяжения (капельки, мыльные пузыри) — 1; силы Гука (воздушные шары) — 1; прямое формование (колобки) — 1;

силы гравитации (Луна, Солнце) — 1; установление шарообразной формы Земли — 1; определение размеров Земли — 1; Земля, как эллипсоид вращения — 1; Земля, как трёхосный эллипсоид — 1; Земля, как геоид — 1; несферичность вращающихся тел (Юпитер, Солнце) — 1; неправильная форма малых тел — 1; несферичность тесных пар звёзд — 1; плоские и неправильные галактики — 1; взаимодействующие галактики — 1; **итого** 15 баллов.

Вопрос № 6. По 1 баллу за каждое правильное имя.

Вопрос № 7. По одному баллу за правильный ответ про каждое сооружение; **итого** 13 баллов.

Вопрос № 8. По усмотрению жюри.

Вопрос № 9. По усмотрению жюри.

Вопрос № 10. Кривые вращения галактик — 1; скорости в скоплениях галактик — 1; коричневые карлики и планеты — 1; мини–чёрные дыры — 1; нейтрино — 1; даемоны — 1; замкнутость Вселенной — 1; **итого** 8 баллов.

Вопрос № 11. Распространенность химических элементов во Вселенной — 1; макро– и микроэлементы в живой материи — 1; понятие структурированности вещества в живых системах — 1; понятие генома — 1; проблемы считывания и восстановления информации — 1; несводимость сложных систем к простым — 1; **итого** 6 баллов.

Для того, чтобы получить грамоту «за успешное выступление на конкурсе по астрономии и наукам о Земле», достаточно было написать не слишком подробные ответы на 3–4 вопроса. Критерии награждения приведены в таблице.

Класс	$\leqslant 6$	7	8	9	10	11
Грамота	10	12	14	15	18	19
Балл в многоборье	5	6	8	10	12	14

Ошибочные и «оригинальные» ответы (в том числе процитированные в этой книжке) при выставлении оценок не учитывались.

КОНКУРС ПО ФИЗИКЕ

Задания

В скобках после номера задачи указаны классы, которым эта задача рекомендуется. Достаточно решить только задачи своего класса (причём не обязательно все); решать остальные задачи тоже можно.

1. (7–11) Незнайка лежит на нижней полке и смотрит на безоблачное звёздное небо через окно, расположенное с правой стороны по ходу движения поезда. Звёзды медленно «перемещаются» по окну в направлении от первого вагона к последнему. «Как быстро мы едем!» — подумал Незнайка. Что можно сказать о скорости и направлении движения поезда?

2. (10–11) Зачем поверхность железнодорожного колеса, опирающуюся на рельс, делают не цилиндрической, а слегка конической формы? В какую сторону должна быть направлена вершина конуса: внутрь железнодорожной колеи или наружу?

3. (7–11) В процессе печати на лазерном принтере бумага нагревается до температуры примерно 250 °C. Только что отпечатанный лист бумаги можно спокойно взять в руки — он кажется чуть тёплым, а вот если провести по поверхности этого листа пальцем (или протянуть его между пальцами) — пальцы можно обжечь. Почему?

4. (7–11) На деревянном столе стоит прозрачная пластиковая бутылка из-под газировки, примерно наполовину наполненная сахаром и завинченная крышкой. Незнайка взял бутылку за дно, встряхнул и поставил обратно. При этом кристаллики сахара прилипли к внутренней поверхности бутылки. Почему, если к поверхности бутылки поднести палец (даже не дотрагиваясь), сахаринки с внутренней стороны поверхности тут же от пальца упрыгивают, перескакивая на соседние участки или падая вниз?

5. (10–11) Подъёмный кран поднимает трубу. Какой участок троса (А или Б — см. рисунок) натянут сильнее и почему?

6. (8–11) В современных легковых автомобилях ведущими являются все 4 колеса. Специальная механическая (или электронная) система оптимальным образом распределяет мощность двигателя между колёсами, предотвращает на поворотах проскальзывание колёс по поверхности дороги (для этого колёса приходится вращать с различной скоростью). Однако в некоторых случаях возникает необходимость принудительно установить одинаковую скорость вращения всех колёс, в системах управления автомобилем такой режим также предусмотрен. В каких случаях и зачем он используется?

7. (11) Некоторые несознательные граждане включают электрический счётчик переменного тока таким образом, что он начинает крутиться в обратную сторону. Как им это удаётся (ток переменный, просто менять провода местами вроде бы не имеет смысла)?

8. (7–11) Сокращение и расслабление мышечных волокон происходит в результате изменения свойств окружающей их среды. Для наглядной демонстрации этих явлений биологи придумали механическое устройство. Его основу составляет специальная нить (из коллагеновых белковых волокон, сходных с мышечными), которая, если её погрузить в специальный раствор (например LiBr), сокращается, если после этого — в воду, восстанавливает свои первоначальные свойства, и так можно делать много раз. Схема устройства приведена на рис. 2.

Разные участки нити по очереди погружаются в воду и раствор, колёсики (диаметр всех больших колёсиков одинаков) устройства непрерывно вращаются. А в какую сторону (укажите по рисунку правильное направление: А или Б) и почему? (Для работы устройства также необходима обычная нить-шкив, натя-

Рис. 2.

нутая на две круглые насадки различного диаметра, прикреплённые к большим колёсикам).

9. (11) Электрический заряд нейтрона равен 0, т. е. сила Лоренца на него не действует. Однако траектория движения нейтрона может искривляться в неоднородном магнитном поле. Почему это происходит?

Ответы и решения к заданиям конкурса по физике

1. Про скорость ничего сказать нельзя, направление — левый поворот.

Звёзды находятся очень далеко (можно сказать на бесконечности), поэтому при прямолинейном движении поезда Незнайка не может заметить какое-либо относительное перемещение звёзд. Другое дело если поезд разворачивается (поворачивает). Перемещение звёзд на плоскости стекла, которое наблюдает Незнайка, направлено от первого вагона к последнему (сам Незнайка смотрит в правое окно), значит, поезд поворачивает налево.

Если долго и внимательно смотреть в окно, можно также заметить перемещение звёзд, обусловленное суточным вращением Земли (поезд при этом может ехать прямо или вообще стоять на месте).

В любом случае причина перемещения наблюдаемого звёздного неба относительно окна — изменение **направления**, в котором Незнайка наблюдает звёзды, а не перемещение Незнайки относительно звёзд.

2. Железные дороги существуют давно (первой считается линия между английскими городами Стоктон и Дарлинг, открытая в 1825 г.); очевидно, что с тех пор в устройстве железной дороги накопилось много разнообразных технических деталей. Многие из них возникли и распространились по совершенно удивительным причинам и далеко не всегда были (и есть) удачными и «правильными», но без них, как говорится, далеко не уедешь.

В этом смысле ответ на вопрос «Зачем...?» очевиден — иначе по рельсам, ориентированным именно на такой стандарт колеса, будет невозможно или затруднительно ездить.

В процессе развития сложных технических систем наиболее неудачные вещи чаще всего всем надоедают и в конце концов становятся достоянием истории (в европейских музеях транспорта действительно можно увидеть железнодорожные колёса (или рисунки, фотографии, описания, проекты) самых причудливых форм — многие из них были «переоткрыты» участниками турнира). Поэтому можно попробовать ответить на вопрос о том, почему такое (возможно, не единственное и не самое удачное) техническое решение осталось в качестве стандарта и какие проблемы оно решает (или, по крайней мере, не создаёт); ответить на вопрос, почему решение **именно** такое — значительно сложнее.

Выпуклая форма головки рельса в сочетании с конической формой колёс (вершина конуса направлена наружу железнодорожной колеи) позволяет повысить устойчивость курса вагона, автоматически подстраивать его под направление железнодорожной колеи. Рассмотрим, как будет вести себя вагон на прямолинейном участке (аналогичная задача про электровозы, тепловозы, паровозы и прочий самоходный подвижной состав с ведущими колёсами намного сложнее — мы её рассматривать не будем, тем более, что исторически она возникла позднее, после замены паровозами лошадей).

В каждый момент времени коническая поверхность колеса соприкасается с выпуклой поверхностью головки рельса только в одной точке (небольшой площадке), все такие точки на колесе лежат на окружности (окружности катания), радиус (расстояние от точки соприкосновения колеса с рельсом до оси колеса) этой окружности зависит от её расположения на поверхности конуса (чем ближе к вершине конуса, тем меньше). Правое и левое колёса колёсной па́ры, очевидно, вращаются с одинаковой угловой скоростью (делают одинаковое количество оборотов за одинаковое время). Линейная скорость колеса (при данной угловой) будет тем больше, чем больше длина окружности катания.

На рисунке показан поперечный профиль одного из распространённых стандартов железнодорожного рельса в бывшем СССР. Профиль симметричный, однако рельсы часто укладывают с наклоном внутрь колеи около 10° (т. н. подуклонка), высота (расстояние от подошвы до головки) 18 см, ширина подошвы 15 см, ширина головки 7,5 см, ширина самой узкой части — 1,6 см, радиус кривизны поверхности головки плавно увеличивается от 1,5 см (сбоку) до 50 см (в верхней части). Ширина ж/д колеи в бывшем СССР (расстояние между центрами профилей рельс) — 152 см.

Если направление движения вагона совпадает с направлением колеи и он едет точно по центру (симметричная ситуация), то всё в порядке. Если же вагон отклонился от центра (по любой причине — отклонение от курса, боковое ударное воздействие и т. п.) — радиус окружности катания правого колеса па́ры с рельсом будет больше аналогичного радиуса левого колеса, правое колесо будет двигаться быстрее (с бо́льшей линейной скоростью), чем

левое, что приведёт к повороту курса этой колёсной пары в сторону центра колеи (в случае проскакивания «положение равновесия» колёсная пара аналогичным образом будет развёрнута обратно и в результате за некоторое количество «колебаний» будет окончательно водворена «на место»[1]).

Аналогичная (чуть более сложная) ситуация возникает и на криволинейных участках колеи — вагон автоматически попадает в такое положение (смещённое от центра колеи в сторону внешнего рельса), когда радиусы окружностей катания колёс по внутреннему (ближайшему к центру поворота) и внешнему рельсами обеспечивают их движение с такими линейными скоростями (у колёс, едущих по внутреннему рельсу, линейная скорость меньше, по внешнему — больше), которые соответствуют равным угловым скоростям колёс. Это также позволяет осуществлять повороты без проскальзывания поверхностей колёс по рельсам, связанного с этим дополнительного изнашивания рельсов и акустических эффектов[2], а также практически избежать участия в корректировании курса реборд колёс (их трения об рельсы), нежелательного в основном по тем же самым причинам.

Заметим, что сила реакции рельс в процессе корректирования курса вагона играет вспомогательную роль, непосредственно изменяя не координату, а только направление движения — это позволяет распределить работу силы реакции рельсов по перемещению вагона в перпендикулярном рельсам направлении по участку рельсов большóй длины и, таким образом, избежать нежелательных большúх локальных нагрузок (часть работы для данного вагона вообще совершается силами реакции/натяжения межвагонных сцепок, то есть реально распределяется по силам реакций на все колёса железнодорожного состава и силе тяги локомотива).

3. Когда мы берём лист бумаги в руки, наша рука соприкасается только с маленьким участком листа и поэтому тепло, получаемое рукой, малó (температура пальца за счёт этого тепла повышается на величину, недостаточную для ожёга — нагрева вообще не чувствуется). Когда же мы проводим пальцем по листу, палец **всё время** соприкасается с новыми участками бумаги, имеющими высокую температуру, что и приводит к ожёгу.

4. В результате трения сахаринок о стенки бутылки и друг о друга и стенки (участки поверхности стенок) сахаринки приобретают электрические заряды. Сахар и пластик (из которого изготовлена бутылка) плохо проводят электричество, поэтому заряды, попавшие на поверхность пластика и кристалликов сахара во время встряски, могут достаточно долго (десятки минут) оставаться на своих местах (пока бутылку трясли, противоположные заряды возникали на пластике и сахаре в результате трения, а также могли переходить с одной поверхности на другую во время непосредственного соприкосновения этих поверхностей, например, при ударе сахаринок друг о друга; когда тряска закончилась и сахаринки «улеглись» бóльшая часть их поверхности, а также поверхности стенок

[1]На больших (к сожалению, реально достижимых современными скоростными поездами) скоростях это может оказаться не так — возникают нарастающие «колебания», для борьбы с этими колебаниями приходится применять специальные меры.

[2]Трамваи, у которых рельса и колёса плоские, проезжают повороты «с визгом»

бутылки, ни с чем не соприкасается и попавшие на эти поверхности заряды так там и остаются — с одной стороны сахар или пластик, с другой — воздух, и то и другое — диэлектрики).

Очевидно, силы электростатического взаимодействия этих зарядов вместе с силами тяжести, реакции и трения покоя и удерживают на внутренней поверхности бутылки «прилипшие» к ней сахаринки (заметим, что силы электростатического взаимодействия в данном случае — это не обязательно силы притяжения; силы отталкивания здесь вполне могут выполнять роль «подпорок»).

Когда мы подносим к бутылке палец, это вызывает перераспределение зарядов и нарушает сложившееся равновесие сил — часть сахаринок «оказываются лишними» и падают вниз или же находят для себя «более удобное» место (возможно, даже выше исходного).

Палец является проводником электричества (его удельное электрическое сопротивление намного меньше сопротивления сахара и пластика) и поэтому взаимодействует с электрическими зарядами. Напомним, что электрический заряд притягивается к незаряженному проводнику (он «собирает» на проводнике заряды противоположного себе знака «поближе к себе» и притягивается к ним сильнее, чем отталкивается от зарядов своего знака, оставшихся дальше). (Именно поэтому опыт получается лучше, если бутылка стоит на непроводящем деревянном столе, а не на металлическом.) Человек, проводящий опыт (Незнайка) вполне может оказаться и заряженным (вместе со своим пальцем) — для этого достаточно пройтись по сухому линолеуму или ковровой дорожке (в одном из подмосковных домов отдыха этот эффект наблюдается особенно наглядно — если человек идёт по коридору с ковровой дорожкой мимо высоких окон с занавесками — занавески «пытаются» его обернуть, если после этого дотронуться до металлических перил на лестнице — бьёт током).

Предлагая эту задачу, жюри турнира надеялось без труда определить знаки заряда поверхности бутылки и сахаринок и написать об этом в решении. Но это оказалось не так просто. Выяснилось (по отклонению в электрическом и магнитном полях), что среди летающих по бутылке мелких частиц есть заряженные как положительно, так и отрицательно. Наблюдая за происходящим, к тому же невозможно понять, какие из этих частиц — сахаринки, какие — содранные при встряхивании с поверхности бутылки кусочки пластика, а какие (возможно) — слипшиеся «снежки» из сахаринок и кусочков пластика. Видимо, единственный способ решить проблему, это поймать такую частицу; придумать простой способ ловли нам не удалось. . .

Видимо, полёты таких мелкие частичек и являются основной причиной, по которой заряды «стекают» с более крупных сахаринок, и те, в свою очередь, отваливаются от стенок бутылки. Поднося палец, мы, очевидно, не только непосредственно влияем на статическое равновесие сахаринок, но и изменяем траектории полёта этих незаметных мелких частичек, что через некоторое время также сказывается на поведении «крупных» сахаринок.

5. Ответ: А. Решение. Оставшийся необозначенным участок троса вертикален (так как сила его натяжения уравновешивается вертикально направленной силой тяжести, действующей на трубу), поэтому обозначим его буквой В. Также

Рис. 3.

очевидно, что «продолжение» троса В проходит через центр масс трубы (совпадающий с её геометрическим центром, т. к. разумно предположить, что труба однородная; обозначим этот центр буквой O).

Чтобы дальше не запутаться, тот конец трубы, к которому привязан трос А, так и обозначим буквой A, второй конец, разумеется, буквой $Б$, а Y-образное место соединения трёх тросов — этой буквой Y.

Оказывается, в рассматриваемой ситуации при любом угле наклона трубы (кроме случаев, когда она горизонтальна или вертикальна) $\angle OYA$ всегда меньше $\angle OYБ$ — это мы докажем в последнем абзаце решения из чисто геометрических соображений.

Горизонтальные проекции сил натяжений тросов А и Б должны быть равными по модулю (больше никаких сил в горизонтальном направлении на трубу не действует, поэтому эти должны друг друга уравновешивать).

Трос А «более вертикален», чем Б (для образуемых им углов с вертикалью верно равенство $\angle OYA < \angle OYБ$, которое мы упомянули выше и докажем ниже), следовательно, чтобы ему иметь такую же, как у Б, горизонтальную проекцию силы натяжения, он должен быть натянут сильнее, чем Б.

Теперь окончательно разберёмся с углами, например так. Почти очевидно, что $YA > YБ$:
$YA = \sqrt{YO^2 + AO^2 - 2 \cdot YO \cdot AO \cdot \cos\angle YOA}$;
$YБ = \sqrt{YO^2 + БO^2 - 2 \cdot YO \cdot БO \cdot \cos\angle YOБ}$;
$AO = БO$;
косинус тупого угла $\angle YOA$, разумеется, меньше косинуса острого угла $\angle YOБ$. Треугольники ΔAOY и $\Delta БOY$ имеют равные площади (у них общее основание OY и равные боковые стороны $OA = OБ$, наклонённые к основанию под равными углами (хотя и в разные стороны), то есть высоты этих треугольников также равны). С другой стороны эти площади можно выразить через интересующие нас углы:
$S = \frac{1}{2} \cdot OY \cdot YA \cdot \sin\angle OYA = \frac{1}{2} \cdot OY \cdot YБ \cdot \sin\angle OYБ$.
Так как $YA > YБ$, то для выполнения равенства необходимо выполнение усло-

вия $\sin\angle OYA < \sin\angle OYБ$. Если эти углы острые (что соответствует рисунку), то отсюда немедленно следует $\angle OYA < \angle OYБ$, если $\angle OYБ$ тупой, а $\angle OYA$ — острый (то есть точка Y находится ниже точки $Б$), то это тоже очевидно (острый угол меньше тупого); случай тупого угла $\angle OYA$ физически нереализуем (формально в этом случае силы натяжения тросов А и Б будут отрицательными).

6. На поворотах внешнее колесо крутится быстрее, и поэтому на него подается бóльшая мощность. Значит, система устроена таким образом, что с чем бóльшей скоростью крутится колесо, тем бóльшая доля мощности на него подаётся.

Поэтому при попадании одного колеса, например, в грязь или на лёд, или если одно колесо просто «висит» в воздухе (а машина опирается на три других колеса), на него будет подаваться большая мощность и фактически крутиться будет только оно, а на остальные колеса мощность подаваться почти не будет, так что машина будет буксовать. Этого можно избежать, если принудительно сравнять скорости всех колёс.

7. Мгновенная электрическая мощность определяется выражением

$$N_{\text{мгн}} = I_{\text{мгн}} U_{\text{мгн}}\,.$$

Можно показать, что если ток и напряжение зависят от времени по синусоидальному закону с совпадающими частотами (но не обязательно совпадающими фазами; именно это обычно и называется «сетью переменного тока»), то среднюю (за период) мощность можно вычислять по формуле

$$N = \frac{1}{2} I_{max} U_{max} \cos\varphi = \frac{I_{max}}{\sqrt{2}} \frac{U_{max}}{\sqrt{2}} \cos\varphi = IU\cos\varphi, \qquad (*)$$

$I = \frac{I_{max}}{\sqrt{2}}$ и $U = \frac{U_{max}}{\sqrt{2}}$ называются действующими значениями переменного тока и напряжения; φ — разность фаз между током и напряжением (разность между фазами описывающих их функций sin).

Для простоты мы не будем рассматривать конкретные конструкции электросчётчиков, а будем считать счётчик «чёрным ящиком», в котором некая деталь вращается со скоростью, пропорциональной выражению $IU\cos\varphi$ (средней мощности) и количество её оборотов подсчитывается специальным механическим устройством.

Направление кручения счётчика определяется знаком мощности N потребляемого тока.

Для того, чтобы поменять этот знак, нужно изменить фазу между током и выходным напряжением на значение большее $\pi/2$. Осуществить это можно, подключив параллельно амперметру счётчика катушку, а параллельно потребителю в квартире — конденсатор. (Заметим, что внутрь счётчика можно для этого не залезать и значит не срывать пломбу энергонадзора и значит не быть оштрафованным.)

Импеданс конденсатора $1/(\omega C)$ должен быть меньше импеданса вольтметра в счётчике, а импеданс катушки ωL должен быть меньше импеданса амперметра в счётчике ($\omega = 2\pi\nu$, ν — частота сети, в «обычной» бытовой сети 220 В

$\nu = 50$ Гц), тогда катушка вызовет положительный сдвиг фаз в измеряемом токе больший чем $\pi/4$, а конденсатор вызовет сдвиг фаз в измеряемом напряжении меньший, чем $-\pi/4$. Тогда сдвиг фаз между измеряемым током и измеряемым напряжением превысит $\pi/2$, стало быть $\cos\varphi$ в формуле $(*)$ будет отрицательным, следовательно, отрицательной будет измеряемая мощность. Счётчик будет крутиться в другую сторону.

В данном случае на самом деле всё честно: поток электромагнитной энергии (вектор Пойтинга) через счётчик действительно направлен «из квартиры» (разумеется, за счёт обратного потока через подключенную параллельно ему катушку).

Для борьбы с вышеописанными хозяевами квартиры, казалось бы, можно выпускать счётчики, которые фиксируют вышеописанную ситуацию протекания через них энергии в обратную сторону и каким-либо образом сообщают об этом «куда следует» (например, какой-нибудь отметкой на опломбированном табло счётчика). Но на самом деле это неправильно — при современном качестве электросети и наличии в квартире больших нагрузок (например, стиральная машина) периодически возникают моменты, когда электромагнитная энергия «утекает» из квартиры в электросеть (даже если хозяева квартиры — люди абсолютно честные).

8. Сразу отметим, что в решении не нужно было объяснять[1], почему устройство **будет** работать — это дано в условии задачи.

Значение скорости v нити-шкива в каждой точке одинаково:

$v = \omega_1 r_1 = \omega_2 r_2$

$r_1 > r_2 \to \omega_1 < \omega_2$

$v_1 = R\omega_1 \qquad v_2 = R\omega_2 \to v_1 < v_2$

где v_1 и v_2 — скорости нити из коллагена на соответствующих колёсиках (1 и 2, с насадками радиусов r_1 и r_2 соответственно), радиус которых R. Посему скорость коллагенового волокна у колёсика 2 должна быть больше его скорости у колёсика 1.

За единицу входит в раствор и выходит из раствора одинаковая масса коллагена (а иначе бы он там накапливался или, наоборот, совсем закончился). Так как сжатый коллаген имеет бóльшую линейную плотность, чем несжатый, то сжатый должен идти с меньшей скоростью.

Значит из коллагеновая нить должна быть сжатой у колёсика 1 и растянутой у колёсика 2. Следовательно через колесо 2 перекинута свободная нить, уже успевшая побывать в воде, и посему движущаяся в направлении Б.

Правильный ответ в этой задаче легко угадать и частично обосновать из «инженерно-технических» соображений (именно поэтому задача и была предложена в том числе 7-классникам). В самом деле, если бы направлением движения было А, то предварительно отмытая в воде нить погружалась бы в раствор, будучи натянутой на колёсико 2 и начала бы на нем «пучиться»; такое конструкторское решение — явно неудачное, поэтому на самом деле всё должно быть наоборот.

[1] жюри неизвестно ни одного достаточно простого, краткого и понятного школьникам объяснения

Участники турнира отметили, что описанное устройство представляет собой «вечный двигатель» (а некоторые на основании этого сделали вывод, что устройство вообще не будет работать, поскольку на самом деле вечных двигателей не бывает). Двигатель этот и на самом деле не вечный: во время его работы вместе с коллагеновой нитью из раствора LiBr в воду всё время переносится часть растворённого вещества[1], когда концентрации LiBr в бывшем растворе и в бывшей воде сравняются устройство работать перестанет.

9. Для того, чтобы магнитное поле искривляло траекторию движущейся частицы, эта частица совершенно не обязательно должна иметь электрический заряд: в качестве контрпримера вполне годится летящий в магнитном поле... магнит. Это формально правильный ответ.

Теперь попробуем упрощённо объяснить, что же всё-таки происходит в магнитном поле с нейтроном. Нейтрон сам является как бы маленьким магнитиком. Энергия взаимодействия магнита с магнитным полем пропорциональна скалярному произведению векторов магнитного момента магнита и напряжённости внешнего магнитного поля (модуль вектора магнитного момента M плоского замкнутого контура с током равен произведению силы тока в этом контуре I на площадь контура S, это вектор направлен перпендикулярно плоскости контура; нейтрон в некотором смысле ведёт себя как такой контур с $M = IS = 9{,}6614 \cdot 10^{-31}$ А $\cdot$ м^2).

В случае, если энергия взаимодействия летящего в магнитном поле нейтрона с этим полем меняется (за счёт изменения напряжённости и/или направления поля, например, если первоначально нейтрон взаимодействовал с полем, а потом попал в область пространства, где это поле отсутствует), это приводит к изменению кинетической энергии нейтрона, следовательно, к изменению его импульса и де-Бройлевской длины волны. По аналогии с оптикой ситуацию условно можно назвать «преломлением» нейтрона на неоднородностях магнитного поля.

КОНКУРС ПО ХИМИИ

Задания

Участникам турнира предлагается решить три–четыре задачи[2] по выбору. Желательно, но не обязательно, выбирать задачи, предназначенные для своего или более старшего класса (классы указаны в скобках после номеров задач).

1. (8–9) Объём смеси оксида углерода(II) с кислородом составляет 250 мл (н. у.). После окисления всего оксида объём смеси оказался равным 180 мл (н. у.). Полученную газовую смесь пропустили в раствор, содержащий 0,25 г гидроксида натрия.

[1] точнее говоря, концентрация LiBr в непосредственной близости от нити является возрастающей функцией концентрации раствора и убывающей функцией относительного удлинения нити; если устройство принудительно вращать в сторону, противоположную той, в которую оно само «хочет» вращаться, его можно использовать для переноса LiBr из раствора с меньшей концентрацией в раствор с большей концентрацией

[2] К условиям задач прилагались таблицы Менделеева и растворимости.

а) Определите состав исходной смеси (по объёму).

б) Какое вещество образовалось в растворе после поглощения продуктов реакции? Ответ подтвердите расчётом.

2. (8–9) Два кубика одинакового размера, один из которых изготовлен из алюминия, а другой из магния, растворили в разбавленной серной кислоте. В первом случае объем выделившегося водорода оказался в два раза больше, чем во втором. Какова плотность магния, если плотность алюминия 2,7 г/см^3 ?

3. (8–10) В лаборатории стоят пять колб с водными растворами различных веществ. На каждой колбе имеется этикетка с названием. На первой колбе написано «иодид бария», на второй — «карбонат натрия», на третьей — «серная кислота», на четвёртой — «хлорид меди» и на пятой — «гидроксид натрия». К сожалению, этикетки перепутаны, так что ни один из растворов не подписан правильно. При сливании раствора из первой колбы с раствором из второй колбы выделяется газ, а при смешивании раствора из первой колбы с содержимым третьей колбы образуется белый осадок.

а) Как поменять местами этикетки, чтобы все колбы были подписаны правильно?

б) Напишите уравнения реакций, упомянутых в условии.

в) Какие ещё реакции можно провести между указанными веществами?

4. (9–10) Юный химик Вася нашёл на свалке пластинку из серого металла. Он принёс её домой и взвесил. Её масса составила 10,50 г. Вася приготовил раствор сульфата меди, взяв для этой цели 5,00 г медного купороса ($CuSO_4 \cdot 5H_2O$). Затем он опустил свою пластинку в раствор. Через некоторое время синяя окраска раствора пропала. Вася достал пластинку, которая приобрела красный цвет, промыл её водой, высушил и снова взвесил. На этот раз масса пластинки оказалась равной 9,54 г. Вася произвёл несложные арифметические действия и определил, из какого металла изготовлена найденная им пластинка. Как он это сделал? Из какого металла была изготовлена Васина пластинка?

5. (9–11) Металл *А* реагирует с простым газообразным веществом *Б*, образуя твёрдое соединение *В*, которое растворяется в избытке соляной кислоты, образуя соли Г и Д. Соль Г взаимодействует с раствором щелочи с выделением газа Е. Назовите перечисленные соединения, если известно, что соль Д содержит 25,26% металла А.

6. (10–11) Какое минимальное количество монохлоруксусной кислоты должно быть сожжено, чтобы после поглощения всех образовавшихся газов раствором гидроксида калия массой 100 г с массовой долей 11,2% не выпадал осадок в результате прибавления хлорида кальция? Какие вещества будут содержаться в растворе после поглощения продуктов сгорания?

7. (10–11) Приведите уравнения реакций, позволяющие осуществить данные цепочки превращений; укажите условия их протекания. Расшифруйте вещества *А*,

Б, *В*, *Г*, *Д* (предложите возможные варианты).

а) $CH_4 \rightarrow A \rightarrow C_6H_6 \rightarrow C_6H_5NO_2 \rightarrow C_6H_5NH_2 \rightarrow Б \rightarrow C_6H_5OH$

б) $CH_2{=}CH_2 \rightarrow B \rightarrow CH_3CHO \rightarrow CH_3COOH \rightarrow Г \rightarrow$ ацетон

в) $CH_2{=}CH_2 \rightarrow C_2H_5Br \rightarrow Д \rightarrow C_2H_5COOH \rightarrow C_2H_5COOCH_3$

8. (10–11) Алкен А присоединяет 1 моль HBr с образованием вещества Б. При нагревании Б с металлическим натрием образуется углеводород В, бромирование которого молекулярным бромом приводит только к двум монобромпроизводным — Г и Д, причём вещество Г образуется в значительно большем количестве. Молярная масса бромидов Г и Д в $1,34$ раза больше молярной массы *Б*. Определите строение всех упомянутых веществ. Приведите уравнения реакций.

Краткие решения задач конкурса по химии

Задачи и решения для конкурса по химии подготовила Зинаида Павловна Свитанько.

1. а). Окисление оксида углерода происходит по реакции $2CO + O_2 = 2CO_2$

Так как два моля CO образуют два моля CO_2, т. е. объём остаётся тем же, очевидно, что уменьшение объёма смеси равно объёму кислорода, который вступил в реакцию, т. е. в реакцию вступило $250 - 180 = 70$ мл кислорода.

Поскольку один моль O_2 вступает в реакцию с двумя молями CO, то прореагировало 140 мл CO.

В условии сказано, что оксид углерода окислился полностью, значит, его и было 140 мл.

Кислорода было $250 - 140 = 110$ мл (из них 70 мл израсходовалось, а 40 мл осталось).

Таким образом, состав исходной смеси: 140 мл (56%) CO и 110 мл (44%) O_2.

б). При поглощении продуктов реакции раствором NaOH возможно протекание следующих процессов:

$CO_2 + NaOH = NaHCO_3$,

$2CO_2 + NaOH = Na_2CO_3$.

Может образоваться карбонат натрия, гидрокарбонат натрия или оба вещества, что определяется соотношением количеств реагирующих веществ.

$\nu(CO_2) = \nu(CO) = 0{,}140/22,4 = 0{,}00625$,

$\nu(NaOH) = 0{,}25/40 = 0{,}00625$.

Мольное соотношение продуктов реакции точно соответствует образованию гидрокарбоната натрия, значит он и получится в растворе.

2. Участники турнира предложили множество правильных способов решения этой задачи. Таким образом, следует иметь в виду, что здесь приводится лишь один из возможных вариантов расчёта.

Пусть объём кубиков составляет 1 см^3. Тогда $m(Al) = 2{,}7$ г, $\nu(Al) = 2{,}7/27 = 0{,}1$ моль (где 27 — молярная масса алюминия в г/моль).

$2Al + 3H_2SO_4 = Al_2(SO_4)_3 + 3H_2$

2 моль Al дают 3 моль H_2

0,1 моль Al дают $0{,}1 \cdot (3/2) = 0{,}15$ моль H_2

При растворении магния выделяется 0,075 моль водорода, так как по условию объём водорода в этом случае в 2 раза меньше, значит количество вещества также в два раза меньше.

$Mg + H_2SO_4 = MgSO_4 + H_2$

$\nu(Mg) = \nu(H_2) = 0{,}075$. Масса магниевого кубика составляет $24 \cdot 0{,}075 = 1{,}8$ г. (24 — это молярная масса магния в г/моль). Так как объём был принят равным 1 см^3, плотность магния 1,8 г/см^3.

3. а) колба 1 + колба 2 = газ.

Газ образуется только при реакции карбоната натрия с серной кислотой. Значит первая и вторая колбы — это карбонат натрия и серная кислота. При этом карбонат натрия не может находиться во второй колбе, так как на ней написано «карбонат натрия», а все надписи не соответствуют действительности. Поэтому карбонат натрия находится в первой колбе, а серная кислота — во второй.

колба 1 + колба 3 = белый осадок.

Na_2CO_3 + колба 3 = белый осадок.

Единственный возможный вариант для третьей колбы — иодид бария ($CuCl_2$ образует с карбонатом зелёный осадок, а щёлочь вообще не образует с ним осадка).

Надписи на четвёртой и пятой колбе остаётся просто поменять местами, так как все растворы подписаны неправильно.

Таким образом, мы получили: 1 — Na_2CO_3, 2 — H_2SO_4, 3 — BaI_2, 4 — $NaOH$, 5 — $CuCl_2$.

б) Реакции, упомянутые в условии:

$Na_2CO_3 + H_2SO_4 = Na_2SO_4 + H_2O + CO_2$;

$Na_2CO_2 + BaI_2 = BaCO_3 + 2NaI$.

в) Кроме того, указанные вещества могут вступать в следующие реакции:

$BaI_2 + H_2SO_4 = BaSO_4 + 2HI$

$2NaOH + H_2SO_4 = 2H_2O + Na_2SO_4$

$CuCl_2 + 2NaOH = Cu(OH)_2 + 2NaCl$

$2CuCl_2 + 2Na_2CO_3 + H_2O = (CuOH)_2CO_3 + 4NaCl + CO_2$

$2CuCl_2 + 2BaI_2 = 2CuI + I_2 + 2BaCl_2$

4. При внесении металлической пластинки в раствор сульфата меди, металл окисляется и переходит в раствор, а медь осаждается на пластинке.

Предположим для начала, что металл одновалентный.

Тогда $Cu^{2+} + 2Me = Cu + 2Me^{+}$

Исчезновение синей окраски раствора позволяет заключить, что медь прореагировала полностью. Посчитаем, сколько меди содержится в данном количестве $CuSO_4 \cdot 5H_2O$. Молярная масса медного купороса 250 г/моль, а меди 64 г/моль. Если 250 г содержат 64 г меди, то в 5 г — 1,28 г меди. Таким образом, на пластинке осело 1,28 г меди.

Если бы на пластике не было меди, масса пластинки составила бы $9{,}54 - 1{,}28 = 8{,}26$ г. Значит, в раствор перешло $10{,}50 - 8{,}26 = 2{,}24$ г неизвестного металла.

Обозначим молярную массу металла через M.

Тогда: 64 г меди взаимодействует с $2M$ г металла

1,28 г меди — с 2,24 г металла
$M = 56$. Такая молярная масса есть только у железа, но оно не бывает одновалентным.

Если металл двухвалентный, $M = 56 \cdot 2 = 112$. Подходит кадмий. Для случая трехвалентного металла вариантов нет. Таким образом, пластинка была изготовлена из кадмия.

5. Судя по реакции со щёлочью с выделением газа, соль *Г* — соль аммония, в данном случае, хлорид аммония. Образование соли аммония одновременно с солью металла указывает на то, что соединение *В* — нитрид металла. Действительно, нитрид образуется при реакции металла с простым газообразным веществом (азотом). Таким образом, соль Д представляет собой хлорид металла. Пусть молярная масса металла x. Тогда молярная масса хлорида $x + 35{,}5n$, где n — валентность металла в хлориде.

$$\frac{x}{x + 35{,}5n} \cdot 100 = 25{,}26.$$

Отсюда $x = 12n$. При $n = 1$ такого металла нет. При $n = 2$ это магний. При $n = 3$ металла нет. Для $n = 4$ масса соответствует титану ($M = 48$), однако титан не вступает в описанные реакции и $TiCl_4$ не существует в водном растворе.

Таким образом: *А* — магний, *Б* — азот, *В* — нитрид магния, *Г* — хлорид аммония, *Д* — хлорид магния, *Е* — аммиак.

$3Mg + N_2 = Mg_3N_2$
$Mg_3N_2 + 8HCl = 3MgCl_2 + 2NH_4Cl$
$NH_4Cl + NaOH = NH_3 + NaCl + H_2O$.

6. $2ClCH_2COOH + 3O_2 = 4CO_2 + 2H_2O + 2HCl$

При поглощении газов раствором щёлочи идут реакции
$CO_2 + NaOH = NaHCO_3$ и $NaOH + HCl = NaCl + H_2O$.

Должен образоваться именно гидрокарбонат, так как в этом случае действительно не выпадет осадок при прибавлении хлорида кальция, а если в растворе будет средняя соль, то карбонат кальция выпадет в осадок.

Раствор KOH содержит 11,2 г, т. е. 0,2 моль KOH.
Видно, что при сгорании 1 моля кислоты получается 2 моля CO_2 и 1 моль HCl, т. е. на поглощение продуктов сгорания 1 моля исходной кислоты нужно 3 моля щёлочи (чтобы получилась кислая соль).
1 моль кислоты — 3 моля KOH
x моль кислоты — 0,2 моля KOH.
$x = 0{,}067$ моль.

Пересчитать эту величину в граммы не представляет проблемы, но этого можно не делать, так как в задаче спрашивается количество вещества.

7. Реакции, например, могут быть следующими:

а)
$CH_4 \rightarrow A \rightarrow C_6H_6 \rightarrow C_6H_5NO_2 \rightarrow C_6H_5NH_2 \rightarrow Б \rightarrow C_6H_5OH$
$CH_4 \rightarrow C_2H_2 + 3H_2$ (1500 °C, *А* — ацетилен)
$3C_2H_2 \rightarrow C_6H_6$ (600 °C, активированный уголь)
$C_6H_6 + HNO_3 \rightarrow C_6H_5{-}NO_2 + H_2O$ (в присутствии H_2SO_4)

$C_6H_5{-}NO_2 + 3Zn + 6HCl \rightarrow C_6H_5{-}NH_2 + 3ZnCl_2 + 2H_2O$
$C_6H_5{-}NH_2 + NaNO_2 + 2HCl \rightarrow [C_6H_5{-}N^+{\equiv}N]Cl^- + NaCl + 2H_2O$
(*Б* — фенилдиазонийхлорид)
$[C_6H_5{-}N^+{\equiv}N]Cl^- + H_2O \rightarrow C_6H_5OH$
б)
$CH_2 = CH_2 \rightarrow B \rightarrow CH_3CHO \rightarrow CH_3COOH \rightarrow Г \rightarrow$ ацетон
$CH_2 = CH_2 + (1/2)O_2 = H_2\overset{\diagup O \diagdown}{C{-}C}H_2$ (200 °C, катализатор — серебро)
(*В* — этиленоксид)
$H_2\overset{\diagup O \diagdown}{C{-}C}H_2 \rightarrow CH_3CHO$ (200 °C, Al_2O_3, изомеризация)
$CH_3CHO + 2Cu(OH)_2 \rightarrow CH_3COOH + Cu_2O + 2H_2O$
$2CH_3COOH + Ca(OH)_2 \rightarrow 2(CH_3COO)_2Ca + 2H_3O$ (*Г* — ацетат кальция)
$(CH_3COO)_2Ca \rightarrow CH_3(CO)CH_3 + CaCO_3$ (пиролиз)
в)
$CH_2{=}CH_2 \rightarrow C_2H_5Br \rightarrow Д \rightarrow C_2H_5COOH \rightarrow C_2H_5COOCH_3$
$CH_2{=}CH_2 + HBr = CH_3CH_2Br$
$CH_3CH_2Br + NaCN = CH_3CH_2CN + NaBr$ (вещество *Д* — CH_3CH_2CN)
$CH_3CH_2CN + 2H_2O\,(H^+) = CH_3CH_2COOH + NH_3$
$CH_3CH_2COOH + CH_3OH\,(H_2SO_4) = CH_3CH_2COOCH_3 + H_2O$

8.
$C_nH_{2n} + HBr = C_nH_{2n+1}Br$ ($A \rightarrow Б$)
$2C_nH_{2n+1}Br + 2Na = C_{2n}H_{2(2n+1)} + 2NaBr$ ($Б \rightarrow B$)
$C_{2n}H_{2(2n+1)} = C_{2n}H_{4n+2}$
$C_{2n}H_{4n+2} + Br_2 = C_{2n}H_{4n+1}Br + HBr$ ($B \rightarrow Г + Д$)
Молярная масса *Г* или *Д* составляет $12 \cdot 2n + (4n + 1) + 80 = 28n + 81$
Молярная масса *Б* составляет $12n + 2n + 1 + 80 = 14n + 81$

$$\frac{28n + 81}{14n + 81} = 1{,}34 \Rightarrow n = 3$$

Тогда:
А — $CH_2{=}CHCH_3$
Б — $CH_3CH(Br)CH_3$
В — $(CH_3)_2CH{-}CH(CH_3)_2$

Видно, что при бромировании вещества *В* действительно можно получить два изомерных монобромпроизводных (замещение атомом Br атомов водорода групп CH или CH_3). Это дополнительно подтверждает строение бромида *Б*, т. к. именно такой углеводород образуется из него по реакции Вюрца (с натрием). Подтверждение строения *Б* необходимо, так как условия его получения не указаны, а в некоторых условиях (в присутствии пероксида водорода) присоединение HBr идёт против правила Марковникова, и тогда получился бы другой бромид.

Вещества *Г* и *Д*:
Г — $(CH_3)_2C(Br)CH(CH_3)_2$
Д — $(CH_3)_2CHCH(CH_3)CH_2Br$

Вещество *Г* — продукт замещения у третичного атома углерода — образуется в большем количестве.

КОНКУРС ПО БИОЛОГИИ

Задания

Задания адресованы школьникам всех классов, все выполнять не обязательно — можно выбрать те из них, которые вам по вкусу и по силам.

1. Существует гипотеза о том, что человек появился не на Земле, а пришёл из Космоса. Приведите доводы «против» этой гипотезы.

2. Какие растения имеют половое размножение, и зачем оно им нужно, если практически все растения могут размножаться вегетативно?

3. Почему говорят «как с гуся вода»?

4. Как вы думаете, по каким признакам можно выделить в отдельное царство простейших?

5. Какие функции могут, а какие — не могут выполнять органы растения, не имеющие хлоропластов? Приведите примеры.

6. У каких животных впервые в эволюции появилась голова? Зачем она нужна? Что вы можете сказать о её развитии?

7. Почему у утки не мёрзнут лапки, а у моржа — ласты?

Ответы на вопросы конкурса по биологии

Ответы составили Калякин М. В., Кобузева И. А., Петраш Е. Г. и Соколова Г. А.

Вопрос 1. *Существует гипотеза о том, что человек появился не на Земле, а пришёл из Космоса. Приведите доводы «против» этой гипотезы.*

Основные черты строения клеток человеческого организма (устройство клеточной мембраны, ядра, ядрышка и других органоидов, хромосомный аппарат и т. д.), а также характер обмена веществ, вся совокупность процессов ассимиляции и диссимиляции, наконец, генетический код человека принципиально одинаковы не только со всеми позвоночными, но и с беспозвоночными животными. Кроме того человек, несомненно, вписывается в эволюционную систему земных организмов: имеет общие черты строения с некоторыми из них (с близкими к нему приматами больше, с другими позвоночными - меньше), находки ископаемых костей и, особенно, черепов предков людей позволяют представить непростой и долгий (4–6 млн. лет) путь развития человека как вида.

С другой стороны, люди не несут каких-либо специальных, неприложимых к другим живым существам признаков — даже разум, пусть примитивный в сравнении с человеческим, свойственен и животным. «Выселение» предков человека в космос не решает, а лишь отодвигает и затрудняет объяснение факта появления «Человека разумного».

Вопрос 2. *Какие растения имеют половое размножение, и зачем оно им нужно, если практически все растения могут размножаться вегетативно.*

Что касается наличия полового размножения, то оно имеется у подавляющего большинства растений: у цветковых, у голосеменных, у папоротников, хвощей и плаунов, у мхов и у водорослей... Проще назвать, у кого его нет. Из растений, упомянутых в школьном учебнике это, пожалуй, только некоторые одноклеточные водоросли, например, хлорелла.

Половое размножение, строго говоря, не очень точный термин, т. к. у многих растений половой процесс, при котором происходит слияние гамет двух родительских организмов и образуется зигота, из которой получается новый организм, не сопровождается существенным увеличением числа особей (размножением). Однако, поскольку термин «половое размножение» более привычен, мы употребили именно его. Если школьник в своем ответе на вопрос указывал на это различие в терминах и грамотно объяснял его, это повышало оценку его работы.

При слиянии клеток родительских организмов в ходе полового процесса организм-потомок получает наследственную информацию «от папы» и «от мамы». Поэтому потомство никогда не бывает идентично родителям. При вегетативном размножении, напротив, потомок наследует признаки только одного родителя и является точной его копией.

Понятно, что при стабильных условиях существования и хорошей приспособленности к ним организму может быть выгоднее размножаться вегетативно, т. к. этот способ требует меньших энергетических затрат (например, не надо растить цветы и плоды, как это происходит при половом размножении цветковых растений) и гораздо надежнее обеспечивает продолжение рода, потому что не нужно искать полового партнера (или, скажем, посредника, способного доставить тому пыльцу) и обеспечивать сложный и опасный процесс слияния гамет.

Однако в меняющейся среде вид, размножающийся только бесполым путем, может оказаться в проигрыше, поскольку все организмы одинаковы и при изменении условий жизни могут не выжить.

Если же популяция разнообразна, то в ней скорее всего найдутся такие организмы, которые смогут выжить в новых условиях и передать свои признаки потомству. Разнообразие же популяции достигается в первую очередь за счёт полового процесса, хотя, конечно, различные мутации могут накапливаться в популяции и при бесполом размножении.

Многие школьники указывали в качестве преимущества полового размножения у цветковых растений образование плодов и семян, которые имеют множество приспособлений к распространению. Однако образование таких «расселительных» стадий в жизненном цикле не обязательно связано с половым процессом. Так, например, у папоротников расселение происходит с помощью

спор, для образования которых половой процесс не нужен. Однако способность расселяться на далёкие расстояния приводит к ещё большему разнообразию популяции за счёт добавления в неё организмов из отдалённых мест, а за счёт полового процесса гены, принесённые «переселенцами», могут распространиться в популяции.

Вопрос 3. *Почему говорят «как с гуся вода»?*

Выражение «как с гуся вода» говорит о том, что с этих птиц вода скатывается, не увлажняя оперение. У этих птиц, также как у многих водоплавающих, сверху перед основанием хвоста (перед основанием рулевых перьев) находится копчиковая железа (единственная кожная железа птиц), секрет который содержит значительное количество жира. Птица клювом наносит этот секрет на поверхностный слой контурного оперения, как считалось — для приобретения пером водоотталкивающих свойств. Однако оказалось, что она не столько смазывает оперение, сколько укрепляет его структуру (бородки пера). Так или иначе, копчиковая железа хорошо развита и активно выделяет маслянистый секрет почти у всех водных птиц и даже у рыбоядного хищника — скопы. Нет его у представителей отряда Пеликанообразных, или Веслоногих, — бакланов, пеликанов, змеешеек, которые после плавания вынуждены сушиться на солнце, расправив крылья и хвост. Нет его и у цапель, которые, впрочем, почти не погружаются в воду.

Вопрос 4. *Как вы думаете, по каким признакам можно выделить в отдельное царство простейших?*

Царство Простейшие (иногда говорят про подцарство, а в последнее время — про группу царств) объединяет очень разнообразные организмы, но все они имеют общие черты — это эукариотические клетки, живущие как отдельные организмы. Эта группа не может считаться естественно выделенной, т. е. не все типы этого царства родственные (имеют общее происхождение). Выделяя это царство, мы должны отдавать себе отчёт в том, что «выхватываем» основание филогенетического древа, из которого ещё предстоит «прорасти» животным, растениям и грибам, мы выбираем те группы ядерных организмов, что не перешли к многоклеточности. Делаем же это скорее для удобства — ведь жизнь у клеток-организмов сходная в сравнении с организацией жизни клеток многоклеточных организмов. Клетки простейших могут иметь домики, делают цисты для защиты от неблагоприятных условий; имеют разнообразные клеточные рты, невиданное разнообразие способов передвижения, сократительную вакуоль для регуляции количества воды в клетке, очень разнообразные способы размножения, наконец, сложные жизненные циклы. И большую часть подобных приспособлений не найти у клеток многоклеточных организмов.

Вопрос 5. *Какие функции могут, а какие — не могут выполнять органы растения, не имеющие хлоропластов? Приведите примеры.*

Основная функция хлоропластов в клетках растений — осуществление процесса фотосинтеза. Поэтому те части растений, которые лишены хлоропластов, естественно, не могут фотосинтезировать. Однако это вовсе не значит, что они

растению не нужны. Растения имеют много органов, которые выполняют другую работу и обходятся без хлоропластов.

Это и корни, всасывающие из почвы питательные вещества, и органы размножения (например цветки), и внутренняя часть стебля, обеспечивающая транспорт веществ внутри растения. Функций у бесхлорофилльных частей растения может быть очень много — мы привели только некоторые для примера. Чем больше таких функций называл школьник в своей работе, тем выше была его оценка, а грамотно приведенные примеры могли ещё больше повысить его балл.

Вопрос 6. *У каких животных в эволюции впервые появилась голова? Зачем она им нужна? Что вы можете сказать о ее развитии?*

Однозначный ответ на этот вопрос дать трудно, сначала нужно договориться о том, что считать головой. Если голова как у нас — подвижная и легко обнаруживаемая на теле, то — у позвоночных, начиная с земноводных (а если не требовать подвижности — то у разных классов рыбообразных и рыб); у насекомых, ну, и у некоторых моллюсков (головоногих, брюхоногих). Если «понимать» голову шире — передний конец тела, на котором собраны основные органы чувств, где находятся самые крупные узлы нервной системы и где, как правило, оказывается рот — то такая «голова« впервые появляется у первого подвижного типа — у плоских червей. Связь появления головы с движением организма неразрывна, при вторичном отказе от движения голова часто исчезает. Вспомните двустворчатых моллюсков или асцидий.

Вопрос 7. *Почему у утки не мерзнут лапки, а у моржа — ласты?*

Лапки у уток и ласты у моржа мерзнут, но меньше, чем могли бы, если бы более обильно снабжались кровью. При холоде стенки части артерий и, соответственно, вен, обеспечивающих кровоток в этих органах, сжимаются, ширина сосудов уменьшается, и кровь меньше остывает. Падает собственная температура лапок и ласт, что уменьшает теплообмен со средой. При этом артерии и вены там тесно сплетены и расположены так хитро, что часть тепла ещё не остывшей крови передаётся уже охлаждённой и возвращается в организм. Кроме того, покровы (кожа) на лапках и ластах относительно утолщены, а у моржей дополнены слоем подкожного жира. Укороченность ласт у морских животных тоже способствует тому, что они теряют меньше тепла, чем могли бы это делать в воде животные с более удлинёнными конечностями.

КОНКУРС ПО ИСТОРИИ

Автор заданий и решений — Сергей Георгиевич Смирнов, ведущий научный сотрудник ИИО РАО. Комментарии к тексту с ошибками «Ландау» составил Виталий Дмитриевич Арнольд.

Вопросы и задания

Все задания адресованы школьникам всех классов: каждый может выбрать те, которые ему по вкусу и по силам; достаточно хорошо (не обязательно полностью) выполнить 2 задания из первых десяти или верно указать хотя бы 10

ошибок в заданиях 11 или 12 (нужно составить список указанных в текстах событий (фактов), которые на самом деле происходили или **не тогда**, или **не там**, или **не так**, и объяснить, как, где и с кем они происходили — или почему их вообще не могло быть).

1. Перечислите 7 самых известных людей, которые жили и действовали в **первом** году н. э. Чем прославились эти люди?

2. *Лысый, Толстый, Простой, Красивый, Мудрый, Безумный.*
Каких прозвищ **не хватает** в этом ряду? Что объединяет их всех в один ряд? Где и когда жили их носители?

3. Перечислите монархов (по одному от каждой страны), которые **дольше** всех просидели на престоле. Как долго они правили?

4. *Александр Македонский, Юлий Цезарь, Карл Великий, Фридрих Барбаросса, Юрий Владимирский, Александр Невский, Довмонт Псковскóй, Михаил Тверской, Иван Калита, Дмитрий Донской, Иван Грозный, Наполеон Бонапарт.* Кто из этих людей (и за что) был признан **святым** — при жизни или после смерти? Кто **не** был канонизован — и почему так?

5. Перечислите известные вам **рыцарские ордена**. Когда и где они возникали, по каким поводам? Когда и почему они исчезали?

6. Упорядочьте следующих князей по **числу** их поездок в Орду: Михаил Черниговский, Михаил Тверской, Александр Невский, Александр Тверской, Дмитрий Переяславский, Дмитрий Донской, Василий 1, Василий Тёмный, Иван Калита, Иван 3, Даниил Галицкий, Даниил Московский.

7. Составьте отзыв об Иване Грозном от лица Петра Первого.

8. Приведите **два определения**: что такое История? (одно, с которым вы согласны, и другое — которое вам кажется неверным). Почему вы так их оцениваете?

9. *Длина световых волн, строение протона, спектр атома водорода, массы атомов, квантовая электродинамика, атомная бомба, парадокс близнецов, волны тяготения; египетские иероглифы, календарь майя, игра на скрипке, игра на барабане, хождение по канату, футбол.* Кто из известных учёных был причастен к этим открытиям или увлечениям? Кто причастен к **нескольким** делам из этого списка?

10. С помощью Машины Времени вы можете перенести в наши дни **одного** из известных деятелей Античности или Средневековья. Кого вы решитесь подвергнуть этой процедуре — так, чтобы он принёс наибольшую пользу **нам**, либо **сам** получил бы наибольшее удовольствие? В чём будут состоять эти польза и удовольствие? Захочет ли (по вашему мнению) этот герой вернуться в **свою** эпоху, запомнив всё, что он узнал у нас?

11. Найдите исторические ошибки в тексте.

Ландау

Лев Ландау всегда был чем-нибудь недоволен. То рястяпа-аспирант не успел рассчитать количество валентных кварков в очередном адроне, полученном экспериментаторами в Дубне. То ленивые лаборанты допустили утечку гелия из неплотно закрытого дьюара. То охранники из спецчасти задержали на три недели письмо от старого учителя — Резерфорда — с приглашением на очередную конференцию в Оксфорд. Всё это тормозит работу над теорией Сверхпроводимости, которую Ландау должен завершить раньше, чем ему исполнится 30 лет! Кто из теоретиков сделал что-нибудь путное после тридцати? Бору было 25 в его звёздный час; Гайзенбергу — 23, Шредингеру — 28. Даже Эйнштейн завершил ОТО к 30 годам — и с тех пор он способен лишь критиковать чужие работы...

Хорошо, что добрый папа Иоффе успел устроить юного Ландау в лабораторию Резерфорда в тот самый год, когда Гайзенберг открыл Соотношение Неопределенностей, а Паули предсказал существование Нейтрино! Стоя на плечах этих гигантов, 20-летний Ландау в считанные месяцы создал квантовую теорию Сверхтекучести гелия, только что обнаруженной в Оксфорде неутомимым Петром Капицей. Возвращаясь в Россию, Капица увлёк с собой Ландау — как главного теоретика в будущем Институте Экспериментальной Физики. Оба героя торопились вернуться на родину и стать академиками раньше, чем между Россией и Европой опустится Железный Занавес. Ведь новый генсек ВКП(б) Сталин наверняка воздвигнет препятствие к общению научной молодёжи: только академиков будут выпускать за границу, как послов нового образа жизни!

И вот — Пётр Капица стал главным физиком в Москве, Георгий Гамов — в Ленинграде. Но Ландау не был избран академиком из-за своего агрессивного характера. Поправить беду может только Нобелевская премия за теорию Сверхпроводимости — либо какое-нибудь громкое изобретение в военной сфере. Не поможет ли теория Сверхтекучести создать точную модель атомного ядра? Тогда удастся рассчитать, какие ядра бывают радиоактивны — и какие реакции между ядрами могут повысить эту активность в миллионы раз. В итоге получится точная модель Солнца — колоссальной водородной бомбы, чей взрыв длится миллиарды лет. Поняв ход этого взрыва, можно создать и малые бомбы — достаточно мощные, чтобы уничтожить Москву или Берлин...

Увы, в Берлине властвует Гитлер — а в Москве Сталин, который немногим лучше. Не придётся ли немецким и русским физикам наперегонки изобретать ядерные бомбы, чтобы защититься от произвола диктаторов, помогая им разжигать новую Мировую войну? Не об этой роли мечтал старик Вернадский, завещая Капице и Ландау продолжить критику сталинского режима! Так и Эйнштейн отговаривал Гайзенберга и Ферми от участия в атомных проектах Гитлера и Муссолини. У итальянца оказался острый слух: получив Нобелевскую премию, он тут же улетел из Стокгольма в Нью-Йорк. Но немец вернулся в Мюнхен: значит, будет у Гитлера водородная бомба! И у Рузвельта она появится — скорее рано, чем поздно! Значит, нужно её делать и для Сталина — или лучше помочь кому-нибудь из честных партийцев остановить кавказского тирана, пока тот не начал массовый террор?

Арест Ландау в день его 28-летия положил конец этим раздумьям. Проведя год на Лубянке, он был выпущен на волю — под личное ручательство Иоффе. Мудрый старик обещал Сталину и Ежову, что его непослушный ученик бросит политику и отдаст весь свой талант созданию новых видов оружия для Красной Армии. Это обещание пришлось выполнять до смерти Сталина. Только после неё российские физики вернулись в чистую науку, основали знаменитый Физтех и получили давно заслуженные Нобелевские премии. Но теорию Сверхпроводимости создал всё-таки Ферми со своим немецким учеником Фейнманом: оба они вырвались из Атомного Проекта раньше, чем это удалось россиянам.

12. Найдите исторические ошибки в тексте.

Цезарь

Через 7 веков после основания Рима двукратный консул Республики, потомок Марса и верховный жрец Юпитера покинул Вечный Город, чтобы не разделить судьбу его основателя — Рема. Ромул убил брата, чтобы основать Республику; теперь коллега Цезаря по консульству — Марк Кальпурний Катон — решил убить своего напарника, для спасения Республики от диктатуры. Красноречивый Цицерон убедил плебеев, что смерть консула и жреца станет благом для всех сограждан. Ещё лучше было принести в жертву богам первого диктатора — Суллу; но тот умер от обжорства, завещав высшую власть своему племяннику Цезарю. Ведь Судьба сулила трём Корнелиям властвовать в Риме: Марий и Сулла выполнили свой долг, теперь пришёл черёд Цезаря!

Молодой консул проиграл словесную дуэль со старым оратором — и Юпитер не помог своему жрецу удержать власть. Как понять этот знак Отца Богов? То ли Цезарь недостоин высшей власти — то ли Рим недостоин иметь такого владыку? Не пришла ли пора основать Новый Рим — за морем или за Альпами, откуда в Италию рвутся всё новые полчища варваров? За галлами пришли кимвры, после них — иберы, готы и вандалы. Кто сумеет навести порядок в этом Хаосе — тот докажет, что он избран богами для упорядочения всей Ойкумены. Сулла упорядочил Восток — и римляне признали его божественным Августом. Если Цезарь упорядочит дикий Запад — он войдёт в историю, как второй Август. Неужели Марс Мститель не поможет своему потомку в столь священной войне?

За Альпами Цезаря, оказывается, ждали. Старый Дивитиак — вождь эдуев, давних союзников Рима — изнемог в борьбе с дикими германцами: Аларихом и Ариовистом. Небольшое войско Цезаря сдвинуло равновесие сил: Ариовист погиб в бою, Аларих был вытеснен за Пиренеи. Цезарь не стал его преследовать, а обратился к корню всех варварских нашествий. С галльской конницей и римской пехотой он перешёл Рейн и вторгся в Германию. Жрецы-друиды объявили захватчикам беспощадную войну. Но Цезарь побеждал германцев в каждом бою, а жрецов миловал и храмы не грабил, говоря, что над Италией и Германией властвуют общие боги. Ведь Вотан — другое имя Юпитера, а Фрейя — сестра Венеры: кому это лучше знать, чем верховному жрецу Отца Богов?

Постепенно германцы привыкли считать Цезаря воплощением их бога войны — громовержца Тора. Не случайно римские солдаты умеют взрывать стены

крепостей волшебными пороховыми минами! Через 10 лет после перехода через Альпы Цезарь стал владыкой всех варваров, обитающих между Океаном и Дунаем. В его новой армии только офицеры были римляне; солдаты происходили из разных племён и чтили Цезаря, как живого бога. Но вторгнуться в Италию с таким войском Цезарь не решался: италики наверняка примут его, как изменника Родины и наводчика варваров. Для подчинения Италии нужны легионы римских граждан: где их взять? Эллада и Македония — вот подходящие районы для вербовки добровольцев: тамошние жители помнят Суллу, даровавшего им римское гражданство!

В 690 году от основания Рима Цезарь перешёл Дунай и вторгся в Македонию, объявив себя наследником Александра Великого и Суллы. Греки толпами стекались к нему; римский наместник Гней Помпей, разбитый Цезарем при Фарсале и Филиппах, с позором бежал в Александрию, где был убит. Приморские города предоставили Цезарю необходимый флот, и он высадился в Бриндизи подобно Сулле — как победитель Востока и Запада. Сенаторов охватила паника: неужели Цезарь, как Сулла, объявит всех своих врагов вне закона? Но Цезарь поступил умнее: он помиловал тех противников, которые не пытались его убить, а прочим приказал покинуть Италию. Гордый Катон убил себя на Форуме, не желая, чтобы Цезарь распоряжался его жизнью; Цицерон уплыл в Александрию, где стал сотрудником Музея и профессиональным философом.

Заговор Брута и Кассия против Цезаря не удался, благодаря бдительности Луция Катилины — начальника охраны нового диктатора. Так в Риме восстановилось равновесие трех властей: Диктатора, Сената и Комиций. Вскоре лучший римский юрист — Лукреций Кар — составил, по просьбе Цезаря, новую конституцию Республики. Грек Полибий написал Историю Рима, показав неизбежный триумф Монархии над Анархией: превращение временных консулов в постоянных диктаторов. Так кончилась Римская Республика — и родилась Империя, процветавшая ещё 7 веков.

Ответы и решения к заданиям конкурса по истории

1. *Перечислите 7 самых известных людей, которые жили и действовали в* **первом** *году н. э. Чем прославились эти люди?*

В Риме: император Август и его жена Ливия; его приёмный сын и будущий преемник Тиберий; его придворный историк Тит Ливий; его внучатый племянник и будущий историк — Клавдий. В Иудее правили сыновья царя Ирода и проповедовал пророк Иоанн Предтеча. В Парфии правил царь Ород, а в Китае властвовал министр Ван Ман (будущий император).

Как обычно, самые простые на вид задачи оказались самыми коварными. Например, в задаче №1 хочется начать перечисление героев с Октавиана Августа и Иисуса Христа, воплотивших настоящее и будущее новорождённой Римской Империи. Но в 1 году н. э. Август — властный старик (63 года), Иисус же — младенец или малыш, ни к какому действию не способный. В том же состоянии — будущие апостолы; но богородицу Марию включить в перечень действующих лиц можно.

Самые знаменитые сподвижники и современники Августа (Агриппа и Меценат, Гораций и Вергилий, царь Ирод и царица Клеопатра) уже умерли. Зато властвует в Риме неутомимая супруга и соправительница Августа — Ливия Друзилла; сражается с германцами её сын от первого брака — будущий император Тиберий; её недруг — поэт Овидий сослан в Причерноморье. В глубинах Германии вождь херусков — Армин замышляет мятеж против римлян, а в Риме придворный историк Тит Ливий завершает «История от Основания Города до Основания Империи». В Парфии правит незначительный царь Ород, а в Китае — министр-конфуцианец Ван Ман готовится свергнуть династию Хань и взять верховную власть, чтобы вернуть добрую старину: общинное владение землёй, натуральные налоги, изоляцию Поднебесной от окрестных варваров. . .

2. *Лысый, Толстый, Простой, Красивый, Мудрый, Безумный.*
Каких прозвищ **не хватает** *в этом ряду? Что объединяет их всех в один ряд? Где и когда жили их носители?*

Эта задача, при внешней простоте, имеет двойное и даже тройное дно. Легко угадать, что все 6 прозвищ принадлежали разным королям Франции. Труднее заметить, что эти короли относились к **двум** разным династиям: три Каролинга и три Капетинга, **все** носившие имя Карл. Поэтому разумно добавить в перечень ещё **двоих** Карлов: Великого (основателя Каролингов) и Добро Услужаемого (le Bien Servi), который удачно завершил Столетнюю войну после того, как Жанна д'Арк вывела его из грязи во князи.

3. *Перечислите монархов (по одному от каждой страны), которые* **дольше** *всех просидели на престоле. Как долго они правили?*

В России Иван 3 правил 43 года (1462–1505). В Англии королева Виктория царствовала 61 год (1840–1901), а король Генрих 3 — 56 лет (1216–1272). Во Франции Людовик 9 Святой царствовал 44 года (1226–1270). В Риме император Август правил 44 года (30 до н. э–14 н. э.). В Японии император Хирохито правил 63 года (1926–1989), а в Китае император Кан Си правил 55 лет (1667–1722). В Египте фараон Древнего Царства Пепи 2 царствовал более 80 лет (23 век до н. э.).

4. *Александр Македонский, Юлий Цезарь, Карл Великий, Фридрих Барбаросса, Юрий Владимирский, Александр Невский, Довмонт Псковскóй, Михаил Тверской, Иван Калита, Дмитрий Донской, Иван Грозный, Наполеон Бонапарт.*

Кто из этих людей (и за что) был признан **святым** *— при жизни или после смерти? Кто* **не** *был канонизован — и почему так?*

Александр Македонский и Юлий Цезарь были объявлены **богами** ещё при жизни. Первый католический император Запада — Карл Великий был канонизован Римской церковью в 12 веке, по требованию императора Фридриха Барбароссы. Сам Барбаросса **не** был канонизован — ибо неуважительно обращался с римскими папами. По той же причине **не** был канонизован Наполеон Бонапарт.

Из русских князей: Юрий Владимирский (погибший в битве на Сити) и Михаил Тверской (казнённый в Орде) были канонизованы вскоре после смерти —

как мученики за веру. Александр Невский и Довмонт Псковской были канонизованы в эпоху Дмитрия Донского, как воины-защитники Русской земли. Сам Дмитрий был канонизован только в 1989 году — когда были забыты его ссоры со святым Сергием Радонежским. Иван Калита **не** был канонизован, ибо он был врагом святого Михаила Тверского. Иван Грозный **не** был канонизован, поскольку он приказал убить главу русской церкви — митрополита Филиппа Колычева (позднее — канонизованного).

В решении этой задачи требовалось **мотивировать** канонизацию (либо отсутствие оной) для каждого из перечисленных деятелей. Легко сообразить, за какие заслуги причислены к лику святых Александр Невский, Дмитрий Донской и Карл Великий — или за какие преступления отказано в святости Ивану Грозному. Сложнее вопрос об Александре Македонском и Юлии Цезаре: оба были объявлены **богами** после смерти, а позднее христианская церковь молча признала обоих героев мировой культуры праведниками (хотя при жизни они были явные грешники).

Труднее объяснить, почему **не** были канонизованы два знаменитых императора: Фридрих 1 Барбаросса и Наполеон 1 Бонапарт. Оба совершили одинаковый грех: изгнали из Рима законных пап и подвергли их либо аресту (Наполеон), либо многолетним скитаниям. Церковь такие грехи не прощает!

Напротив, неудачливый воевода Юрий Владимирский (бесславно погибший на реке Сить от монгольской стрелы) и талантливый полководец Довмонт-Тимофей Псковской (многократный победитель немецких рыцарей, пришедший на Русь из Литвы) в равной мере признаны православными святыми. Между тем хитроумный князь Иван Калита **не** был канонизован, несмотря на большие заслуги перед русской церковью. Дело в том, что Иван приложил свои немалые таланты к гибели в Орде четырёх тверских князей (Михаила, Дмитрия, Александра и Фёдора), которых церковь признала святыми мучениками - борцами за независимость Руси от Орды.

5. *Перечислите известные вам* **рыцарские ордена**. *Когда и где они возникали, по каким поводам? Когда и почему они исчезали?*

Первые рыцарские ордена (Тамплиеров — «рыцарей Храма» и Госпитальеров) были основаны в начале 12 века крестоносцами для обороны Палестины от мусульман. После переноса активности крестоносцев в Прибалтику (в начале 13 века) там возникли два новых ордена: Меченосцев и «Тевтонский» — т. е. Немецкий (позднее они слились в Ливонский орден, чтобы успешнее противостоять литовцам и русским). Одновременно на Пиренейском полуострове крестоносцы основали другие ордена. В Испании возникли ордена святого Яго (Якова) и Калатрава, в Португалии — Ависский орден.

В процессе укрепления монархии в Западной Европе некоторые короли и императоры создавали свои ордена. Так в Англии в 14 веке возникли ордена Бани и Подвязки, а во Франции в 15 веке — орден Святого Духа. Герцог Бургундии Филипп Добрый в 15 веке основал орден Золотого Руна; его потомок — император Карл 5 сделал этот орден имперским.

Торжество королевской власти над феодальной аристократией иногда выражалось в **роспуске** рыцарских орденов: так король Филипп 4 Красивый и папа

Климент 5 распустили в начале 14 века орден Тамплиеров. Но бывало и наоборот: вожаки рыцарей-монахов становились светскими монархами. Так, в конце 14 века гроссмейстер Ависского ордена Жоао был избран **королём** Португалии и основал Ависскую династию. В начале 16 века гроссмейстер Ливонского ордена объявил себя **герцогом** Ливонии.

6. *Упорядочьте следующих князей по* **числу** *их поездок в Орду: Михаил Черниговский, Михаил Тверской, Александр Невский, Александр Тверской, Дмитрий Переяславский, Дмитрий Донской, Василий 1, Василий Тёмный, Иван Калита, Иван 3, Даниил Галицкий, Даниил Московский.*

Здесь удачливее прочих оказались самые осторожные школьники — те, кто решил *сгруппировать* князей по степени их вовлечённости в ордынскую политику и по мере успеха в этой деятельности.

Чаще других в Золотой Орде бывали Александр Невский и Иван Калита: не менее **пяти** раз, причём Александр добирался и до главной монгольской столицы — Каракорума. Не менее **трёх** раз в Орде побывал каждый из *великих* князей Владимирских: Михаил Ярославич Тверской, его сын — Александр Тверской и Дмитрий Переяславский (старший сын Александра Невского). Для обоих тверских князей последние поездки в Орду закончились гибелью. Дмитрий же получал ярлыки на княжение от разных ханов-соперников: от Тудан-Менгу на Волге, от Ногая в Крыму.

По **одному** разу в Орде были Михаил Черниговский, Даниил Галицкий и Дмитрий Донской — по вызову ордынских ханов. Михаил перед Батыем вёл себя самоуверенно, заносчиво — и был казнён. Даниил в сходной ситуации поступил дипломатично — и сохранил жизнь и власть. Дмитрий был в Орде подростком: его опекун, митрополит Алексий, тогда удачно договорился с Мамаем о ярлыке на великое княжение.

Василий 1 (сын Донского) пробыл в Орде в юности 3 года — как заложник у хана Тохтамыша. Позднее он в Орду не ездил: Владимирский ярлык он получил заочно, по смерти отца. Судьба Василия 2 (Тёмного) соединила опыт его деда (Донского) и отца (Василия 1): побывав в Орде в детстве (когда ему был вручён великокняжий ярлык), он вторично попал туда как пленник, разбитый в бою ханом Улуг-Мухаммедом, но вернулся домой невредимым (за выкуп).

Даниил Московский, видимо, **ни разу** не бывал в Орде — как мелкий князь, не доживший до вакансии на Владимирском престоле. Также не бывал в Орде Иван 3, но по иной причине: он опасался попасть в плен (как дед и отец), и готовился заявить о независимости Москвы от Орды.

7. *Составьте отзыв об Иване Грозном от лица Петра Первого.*

Эта задача увлекла многих участников турнира и выявила скорее культуру их исторической мысли, чем знание исторических фактов. Отношение Петра к его предшественнику в делах реформ легко угадать: «западник» не может одобрить замыслы «византийца», даже если оба они — ярые абсолютисты. Но чрезмерная жестокость Ивана вряд ли вызвала бы резкое осуждение Петра, который столь же мало ценил жизни своих противников или «черного люда» Российской державы. Легко угадать также оттенок самодовольства в отзыве Петра: он

преуспел в прорыве к морю, где его предтеча потерпел тяжкое поражение. Поймет ли Пётр, что этот успех — заслуга не его лично, а созревшего российского общества? Это вопрос особый и спорный.

8. *Приведите* **два определения***: что такое История? (одно, с которым вы согласны, и другое — которое вам кажется неверным). Почему вы так их оцениваете?*

Вот примеры таких определений:
а. «История — это наука обо всём, что было раньше»;
б. «История — это изучение поступков людей прошлого»;
в. «История — это поиск закономерностей в делах и мыслях людей прежних времён»;
г. «История — это Физика Социума»;
д. «История — это Политика, обращенная в прошлое»;
е. «История есть Описание (обычно — лживое) Действий (обычно — мало важных), совершённых Политиками (обычно — жуликами) и Солдатами (обычно — глупцами)».

Эта задача привлекла внимание многих школьников. Наибольший интерес представил **выбор** тех определений исторической науки, которые участники турнира **оспаривали** — с бóльшим или меньшим успехом. Под огонь критики попали Модель Циклов Пассионарности Л. Н. Гумилёва и Модель Отрицания Древней Истории А. Т. Фоменко — но также крохоборческие взгляды многих критиков этих двух учёных. Особое возмущение многих ломоносовцев вызвала неспособность современных **политиков** извлекать уроки из давних чужих ошибок. Так, одна из участниц турнира уверенно предсказала неудачу интервенции США в Афганистане на основе хорошо известного опыта прежних веков: одной российско-афганской войны в 20 веке и трёх англо-афганских войн 19–20 веков. Можно надеяться, что из пытливых участников турнира Ломоносова вырастет поколение деловитых и удачливых практиков трудного ремесла историков, политиков и правителей.

9. *Длина световых волн, строение протона, спектр атома водорода, массы атомов, квантовая электродинамика, атомная бомба, парадокс близнецов, волны тяготения; египетские иероглифы, календарь майя, игра на скрипке, игра на барабане, хождение по канату, футбол. Кто из известных учёных был причастен к этим открытиям или увлечениям? Кто причастен к* **нескольким** *делам из этого списка?*

Длину световых волн впервые измерил в 1803 году английский физик Томас Юнг. Он же в 1818 году открыл удачный путь к дешифровке иероглифов на основе трехъязычной надписи на Розеттском камне. Юнг также считал, что каждый человек может научиться тому, что умеют делать другие люди. На пари он выучился ходить по натянутому канату.

О том, что атомы разных элементов различаются своим **весом** и что эти веса можно **измерить** по весу продуктов разных химических реакций — об этом впервые заявил англичанин Джон Дальтон в 1800 году. Позднее он составил

первую таблицу атомных весов. Наблюдая за собой, Дальтон впервые описал особую глазную болезнь — дальтонизм (неразличение цветов).

Первую арифметическую закономерность в **длинах** волн света, излучаемых водородом, обнаружил швейцарский математик Бальмер в 1885 году. В том же году в Дании родился Нильс Бор — автор квантовой теории излучения света атомами. Бор создал эту теорию в 1913 году на основе квантовой модели света (предложенной Планком) и планетарной модели атома (предложенной Резерфордом). Вскоре голландский физик Зееман обнаружил, что в магнитном поле спектр водорода становится богаче: многие его линии расщепляются.

Причину расщепления открыли в 1930 году создатели Квантовой Механики (ученики Нильса Бора): Вернер Гайзенберг, Вольфганг Паули, Поль Дирак. Последнюю деталь «эффекта Зеемана» — «вакуумный сдвиг линий водорода» — объяснил в 1948 году автор Квантовой Электродинамики, Ричард Фейнман. Следуя примеру Юнга, Фейнман увлекался самыми разными делами: от квантовой формулировки Принципа Наименьшего Действия, расчётов урановой бомбы в Лос-Аламосе и выяснения структуры протона (кварковая модель) до расшифровки календаря майя и игры на барабане в джаз-оркестре.

Увлечения Нильса Бора были скромнее: в юности он был незаурядным футболистом, позднее боролся за мир во всём мире. Сначала Бор пытался отговорить немецких физиков от участия в ядерном проекте Гитлера; когда это не удалось, Бор помог наладить ядерный проект в США. В конце 2 Мировой войны Бор безуспешно пытался убедить Рузвельта и Черчилля поделиться со Сталиным ядерными секретами.

Альберт Эйнштейн создал два варианта Теории Относительности: Частный и Общий. Первый из них (СТО — специальная теория относительности) связал единой метрикой Пространство и Время в Космосе и предсказал, например, «парадокс близнецов»: они стареют с разной скоростью, если один находится на Земле, а другой — на космическом корабле. Второй вариант (ОТО — общая теория относительности) связал **кривизну** Пространства с Тяготением в нём: например, ускоренное движение массивного тела порождает гравитационные волны.

В часы досуга Эйнштейн играл на скрипке. К созданию ядерного оружия он был привлечён против своей воли: в 1939 году Эйнштейн подписал письмо Лео Сциларда и других физиков президенту Рузвельту с сообщением о возможности создания Сверхбомбы из чистого изотопа урана. Позднее Эйнштейн (как и Бор) безуспешно пытался остановить работы над ядерным оружием.

10. *С помощью Машины Времени вы можете перенести в наши дни* **одного** *из известных деятелей Античности или Средневековья. Кого вы решитесь подвергнуть этой процедуре — так, чтобы он принёс наибольшую пользу* **нам**, *либо* **сам** *получил бы наибольшее удовольствие? В чём будут состоять эти польза и удовольствие? Захочет ли (по вашему мнению) этот герой вернуться в* **свою** *эпоху, запомнив всё, что он узнал у нас?*

Задача вызвала массовый (но не всегда квалифицированный) интерес участников турнира. К сожалению, большинство участников этой игры не смогли объяснить, какую пользу кому-либо принесёт появление среди нас Леонардо

да Винчи, Петра 1 или даже Аристотеля. Очень немногие школьники выбирали приглашаемых «иновременцев» (Аттилу, Батыя, императора Клавдия или Шекспира) в качестве **живого источника** сведений о событиях той или иной эпохи.

Другие действовали из соображений здравого гуманизма: например, похитим из Рима историка Клавдия в момент его насильственного возведения на трон! Там он только мучился и погиб, отравленный — а у нас он станет академиком отделения Древней Истории; мы же узнаем очень много нового об этрусках и о Карфагене, которым Клавдий посвятил больши́е труды. Жаль, что автор этого удачного проекта не дерзнул описать встречу перенесенного в наши дни Клавдия с нашим современником А. Т. Фоменко...

Но такие «хозяйские» решения были исключениями. Оттого наивысший балл по этой задаче получили те школьники (их было около десятка), которые объясняли, почему **не следует** переносить в нашу эпоху **никого** из деятелей минувших веков. Ибо бывшие политики (вроде Петра 1 или Диоклетиана) попробуют разрешить современные проблемы своими устаревшими методами. Встретив сильное сопротивление непривычной для них среды, они потерпят неудачу и, возможно, даже погибнут от рук своих потомков. Напротив, учёные или инженеры сперва придут в восторг от прогресса науки — но затем будут вынуждены весь остаток своих дней с трудом повторять тот путь, который их коллеги прошли за несколько веков. Художники или поэты будут потрясены тем, как изменилось знакомое им человечество за немногие века — но успешно выразить свои переживания они сумеют, лишь вернувшись в родное для себя время после краткого визита в новый, безумный мир.

Редким и удачным исключением из этого правила может стать любой крупный **политолог** минувших веков: хотя бы Аристотель или Макиавелли. Эти двое с огромным интересом изучили бы современную игру хорошо знакомых им политических сил и человеческих страстей — и, несомненно, могли занять видные посты в рядах советников любой из нынешних великих держав. Захотелось бы им этого — вопрос особый и, пожалуй, не корректный...

11. *Найдите исторические ошибки в тексте.*

Несмотря на то, что нынешние школьники практически не имели возможности давать столь точные комментарии к данному тексту, мы сочли необходимым написать довольно развернутые пояснения.

Вообще, задание фактически по истории науки, лишь отчасти затрагивающее общечеловеческую историю, — эксперимент, предпринимаемый на Турнире Ломоносова впервые. В этом смысле очень удачной была идея Интернет-конкурса федерации «интернет образования».

Для интересующихся можно привести доступные источники информации:
М. Я. Бессараб. Ландау. Страницы жизни. — М., Моск. рабочий, 1990;
П. Л. Капица. Воспоминания. Письма. Документы. — М., Наука, 1994;
Сведения о составе ЦК партии коммунистов можно взять как из №9 за 1989 год «Известий ЦК КПСС», так из копии этого материала в сети Интернет (http://vivovoco.nns.ru).

Для большинства прочих комментариев достаточно авторитетных энциклопедических словарей даже не по физике, а общего характера.

Мы не сочли возможным комментировать разницу в произношении в русской традиции немецких фамилий. В тексте и комментариях не различаются Мейтнер — Майтнер, Гайзенберг — Гейзенберг.

Для удобства приводим текст с ошибками ещё раз. Номера сносок в тексте соответствуют номерам пунктов списка ошибок (комментариев к соответствующим фрагментам текста) на стр. 1091.

Ландау
(текст с ошибками)

Лев Ландау всегда был чем-нибудь недоволен. То рястяпа-аспирант не успел рассчитать количество валентных кварков в очередном адроне, полученном экспериментаторами в Дубне[1]. То ленивые лаборанты допустили утечку гелия из неплотно закрытого дьюара[2]. То охранники из спецчасти задержали на три недели письмо от старого учителя — Резерфорда — с приглашением на очередную конференцию в Оксфорд[3]. Всё это тормозит работу над теорией Сверхпроводимости, которую Ландау должен завершить раньше, чем ему исполнится 30 лет[4]! Кто из теоретиков сделал что-нибудь путное после тридцати? Бору было 25 в его звёздный час; Гейзенбергу — 23, Шредингеру — 28[5]. Даже Эйнштейн завершил ОТО к 30 годам — и с тех пор он способен лишь критиковать чужие работы[6]...

Хорошо, что добрый папа Иоффе успел устроить юного Ландау в лабораторию Резерфорда в тот самый год, когда Гейзенберг открыл Соотношение Неопределенностей, а Паули предсказал существование Нейтрино[7]! Стоя на плечах этих гигантов, 20-летний Ландау в считанные месяцы создал квантовую теорию Сверхтекучести гелия, только что обнаруженной в Оксфорде неутомимым Петром Капицей[8]. Возвращаясь в Россию, Капица увлёк с собой Ландау — как главного теоретика в будущем Институте Экспериментальной Физики[9]. Оба героя торопились вернуться на родину и стать академиками раньше, чем между Россией и Европой опустится Железный Занавес[10]. Ведь новый генсек ВКП(б) Сталин наверняка воздвигнет препятствие к общению научной молодёжи: только академиков будут выпускать за границу, как послов нового образа жизни[11]!

И вот — Пётр Капица стал главным физиком в Москве, Георгий Гамов — в Ленинграде[12]. Но Ландау не был избран академиком из-за своего агрессивного характера. Поправить беду может только Нобелевская премия за теорию Сверхпроводимости — либо какое-нибудь громкое изобретение в военной сфере. Не поможет ли теория Сверхтекучести создать точную модель атомного ядра? Тогда удастся рассчитать, какие ядра бывают радиоактивны — и какие реакции между ядрами могут повысить эту активность в миллионы раз. В итоге получится точная модель Солнца — колоссальной водородной бомбы, чей взрыв длится миллиарды лет. Поняв ход этого взрыва, можно создать и малые бомбы — достаточно мощные, чтобы уничтожить Москву или Берлин...[13]

Увы, в Берлине властвует Гитлер — а в Москве Сталин, который немногим лучше. Не придётся ли немецким и русским физикам наперегонки изобретать ядерные бомбы, чтобы защититься от произвола диктаторов, помогая им разжи-

гать новую Мировую войну[14]? Не об этой роли мечтал старик Вернадский, завещая Капице и Ландау продолжить критику сталинского режима[15]! Так и Эйнштейн отговаривал Гейзенберга и Ферми от участия в атомных проектах Гитлера и Муссолини. У итальянца оказался острый слух: получив Нобелевскую премию, он тут же улетел из Стокгольма в Нью-Йорк. Но немец вернулся в Мюнхен: значит, будет у Гитлера водородная бомба! И у Рузвельта она появится — скорее рано, чем поздно! Значит, нужно её делать и для Сталина — или лучше помочь кому-нибудь из честных партийцев остановить кавказского тирана, пока тот не начал массовый террор[16]?

Арест Ландау в день его 28-летия положил конец этим раздумьям[17]. Проведя год на Лубянке[18], он был выпущен на волю — под личное ручательство Иоффе. Мудрый старик обещал Сталину и Ежову, что его непослушный ученик бросит политику и отдаст весь свой талант созданию новых видов оружия для Красной Армии[19]. Это обещание пришлось выполнять до смерти Сталина. Только после неё российские физики вернулись в чистую науку, основали знаменитый Физтех и получили давно заслуженные Нобелевские премии[20]. Но теорию Сверхпроводимости создал всё-таки Ферми со своим немецким учеником Фейнманом: оба они вырвались из Атомного Проекта раньше, чем это удалось россиянам[21].

Список ошибок к тексту «Ландау».

1. В период, о котором тут идёт речь (а из дальнейшего ясно, что время «действия» — 30-е годы двадцатого века, скорее всего, период 1934–1939 годы) не было ещё ни наукограда в Дубне, ни аспирантов, знающих что-то об адронах (термин «адрон» предложил Л. Б. Окунь в 1967 году).
2. Во-первых, Ландау никогда не мог ругать лаборантов в экспериментальной лаборатории, ибо сам был чистым теоретиком, а, во-вторых, сжиженные газы при очень низких температурах хранятся в **открытых** сосудах — дьюарах
3. Прямым учителем Ландау Резерфорд не был. У Резерфорда учился П. Л. Капица. Резерфорд не успевал присылать Ландау никаких приглашений, так как Резерфорд скончался 19.10.1937, когда Ландау ещё не был широко известен.
4. Ландау в эти годы не занимался теорией сверхпроводимости.
5. Конечно, все возрасты в этой фразе «занижены». Наиболее яркие примеры — Эрвин Шредингер (1887–1961) опубликовал свою самую известную работу в 1926 году в возрасте 37 лет, в Вернер Гейзенберг (1901–1976) известен работами не только 1925 года, но и, например, 1943.
6. Сделанное утверждение носит не точный научный, но внеисторический характер, поэтому его комментарий есть уже оценка непростой личности Альберта Эйнштейна.
7. Всё сказанное **полностью** неточно или неверно: Ландау учился в Копенгагене у Нильса Бора в 1929–1931 годах. Знакомство с Резерфордом произошло летом 1930 года, когда Бор и Ландау были в Англии. Там же Ландау познакомился с П. Л. Капицей. Абрам Фёдорович Иоффе (1880–1960)

устроил к Резерфорду не Ландау, а Капицу в 1921 году. Паули предсказал существование нейтрино в работе 1930 года. Принцип неопределённости опубликован Гейзенбергом в 1927-м.

8. Сообщение об открытии сверхтекучести гелия отослано П. Л. Капицей в научные журналы в декабре 1937 года. Капица был к этому времени директором Института физических проблем в Москве уже почти три года. И даже до осени 1934 года работа Петра Леонидовича велась не в Оксфорде, но в Кембридже. Теория сверхтекучести, созданная Ландау, опубликована в 1940 году. В какой степени автор «стоял на плечах» (и за какое время была создана теория) трудно оценить. Но ясно, что это было уже после ареста (28.04.1938), также не вызывает сомнений, что Ландау родился 22.01.1908, таким образом к моменту опубликования открытия ему уже было почти 30 лет, а теорию он опубликовал в 32 года.

9. Ландау вернулся в СССР сам в 1931 году, и ещё раз выезжал на три недели на семинар в мае 1934 года. П. Л. Капица остался в СССР осенью 1934 года, когда Правительство СССР запретило ему выезд в Англию для продолжения его работ. Институт физических проблем (а не «Экспериментальной Физики») был создан для работ П. Л. Капицы по постановлениям Политбюро ЦК ВКП(б) от 22 августа 1934 года и Правительства СССР от 23 декабря 1934 года. Его директором Пётр Леонидович оставался (с перерывом в 1946–1955 годах, см. п. 20) до своей смерти в 1984 году.

10. Сам термин «железный занавес» введён в обиход в речи Уинстона Черчилля 5 марта 1946 года в Фултоне[1].

    Хотя само отделение СССР (и граждан СССР) от остального мира произошло намного раньше.

11. Как уже упоминалось в комментариях выше, неверно, что «оба торопились».

    Сталин был избран генеральным секретарём ЦК РКП(б) после XI съезда 3 апреля 1922 года. Должность «генсек ВКП(б)» не существовала никогда, а генеральным секретарем ЦК ВКП(б) И. В. Сталин был с момента смены названия партии на XIV съезде (в январе 1926 года — с РКП(б) на ВКП(б)) до того момента, когда после XVII съезда ВКП(б) (февраль 1934 года), должность вообще перестала существовать. (Снова была введена должность генерального секретаря ЦК КПСС только в 1966 году.) Итак, к моменту описываемого «возвращения» в СССР П. Л. Капицы Сталин вообще не был генеральным секретарем ЦК ВКП(б), тем более — «новым».

    Наконец, решение «выпускать за границу» или не пускать не находилось в 30–80-е годы ни в какой связи с реальными научными заслугами или формальными регалиями. Были случаи, когда не выпускали академиков (за «неблагонадёжность» или по соображениям «охраны государственной

[1] (См. например http://www.historyplace.com/speeches/ironcurtain.htm или http://www.winstonchurchill.org/sinews.htm)

тайны»), бывало, что выпускали людей, имеющих гораздо более скромные научные имена, зато занимавших прочное положение в советской чиновно-партийной «табели о рангах».

Л. Д. Ландау и П. Л. Капица были избраны академиками 30.11.1946 и 29.01.1939 соответственно.

12. Понятие «главный физик» трудно комментировать. Однако, в Москве в 30-е годы действовали известнейшие школы физиков Сергея Ивановича Вавилова (1891–1951) и Леонида Исааковича Мандельштама (1875–1944), в Ленинграде работал знаменитый ЛФТИ под руководством А. Ф. Иоффе.

    Г. А. Гамов (1904–1968) покинул СССР в 1933 году, работал в США с 1934 года.

    Научные заслуги Ландау к 1934 году не позволяли ставить вопрос о его избрании в Академию наук. В 1934 году Льву Давидовичу была присуждена учёная степень доктора физико-математических наук.

13. Ошибки этого абзаца в основном относятся не к истории, но к физике. Однако отметим, что:

    присуждение Нобелевской премии отнюдь не означало немедленного избрании в АН СССР (например, И. М. Франк и П. А. Черенков получили Нобелевскую премию по физике (1958), а в академики были избраны в 1968 и 1970 году соответственно);

    активные работы физиков на военную тематику начались позже, примерно с начала войны (1941 год).

14. Мировая война начнётся 01.09.1939. А гонка за ядерным оружием начнется в конце 1941 года. В 1942–1945 годах основными «конкурентами» немецких физиков за создание атомного оружия были не советские учёные, а сотрудники «Манхетеннского проекта» (работы по которому были начаты в США после решения президента Рузвельта 06.12.1941).

15. «Старик Вернадский» — Вернадский В. И. (1863–1945) не был знаменит «критикой сталинского режима». Такая известность в описываемые годы часто была смертельно опасна. По этой же причине никто никому не мог «завещать продолжить критику».

    Капица всегда критиковал не нравившиеся ему решения властей.

    О разнице во взглядах на политику и на критику власти П. Л. Капицы и другого выдающегося ученого старшего поколения — Нобелевского лауреата И. П. Павлова (см., например, П. Е. Рубинин «Павлов в жизни Капицы, Природа, 1999, № 8 или
    http://vivovoco.nns.ru/VV/PAPERS/BIO/PAV_KAP.HTM).

    Ландау политикой практически не занимался.

16. Работа по созданию водородной бомбы стала возможной только **после** атомной (первый взрыв 16.07.1945 в пустыне Аламогордо, США). В Италии никогда не организовывался «атомный проект». Эйнштейн подписал

письмо Рузвельту 02.08.1939, убеждая правителей США начать работы по созданию ядерного оружия.

Что касается, «массового террора», то к 1936–1938 году такой террор был уже давно «начат» в государственном масштабе. Мощная волна террора началась почти сразу после убийства С. М. Кирова (1 декабря 1934 года).

17. Ландау был арестован в ночь с 27 на 28 апреля 1938 года, (напомним, что родился Л. Д. Ландау 22.01.1908).

18. Ландау сидел не на Лубянке, но в Бутырках.

19. Ландау был выпущен на свободу 29 апреля 1939 года. Известны письма в защиту Ландау:
П. Л. Капица — И. В. Сталину (28.04.1938),
Нильс Бор — И. В. Сталину (осень 1938),
П. Л. Капица — В. М. Молотову (06.04.1939),
П. Л. Капица — Л. П. Берии (26.04.1939).
Именно в последнем письме была фраза «ручаюсь перед НКВД. . . »
О письмах и поручительстве Иоффе в деле Ландау нам неизвестно.

Н. И. Ежов был арестован 10 июня 1939 года, а перед этим несколько месяцев был наркомом водного транспорта. Так что в момент ареста Ландау наркомом НКВД был ещё Н. И. Ежов, а при освобождении — уже Л. П. Берия (он был назначен наркомом НКВД в ноябре 1938 года).

Возможно, освобождение Ландау попало в число нескольких сотен дел, пересмотренных после назначения Л. П. Берии, как символ «преодоления перегибов», допущенных во времена Н. И. Ежова.

20. Обещание «не вести контрреволюционной деятельности против советской власти« Ландау и Капица выполняли (или не выполняли) независимо от смерти Сталина. Дело в том, что само понятие «контрреволюционная деятельность против советской власти» допускало толкования, позволяющие давать противоположные ответы на вопрос о том, занимается или не занимается тот или иной человек этой деятельностью.

МФТИ (Московский физико-технический институт) был основан при деятельном участии и П. Л. Капицы и Л. Д. Ландау в 1946 году.

Нобелевские премии были присуждены Ландау и Капице в 1962 и 1978 годах соответственно.

Капица занимался «чистой наукой» практически всегда, за исключением двух периодов: 1941–1946 (когда Пётр Леонидович совмещал работу директора ИФП с организацией промышленного производства кислорода в военных целях, он был даже наркомом-начальником Главкислорода СССР с 8.05.1943 по 17.08.1946) и периода с 17.08.1946 по 28.01.1955 (когда в связи с конфликтом с властями П. Л. Капица был отстранён даже от должности директора ИФП АН СССР).

Научные публикации Ландау в открытых физических журналах никогда не прерывались.

Отнюдь не все российские физики перестали заниматься военной тематикой после смерти Сталина.

21. Создателями теории сверхпроводимости принято считать Дж. Бардина, Л. Купера и Дж. Шриффера (работа опубликована в 1957 году, Нобелевская премия по физике 1972 года). Работа опиралась на идеи теории сверхтекучести Ландау.

    Энрико Ферми (1901–1954) «вырвался» из атомного проекта не ранее его (проекта) завершения в 1945 году.

    Ричард Фейнман (1918–1988) хотя и работал вместе с Ферми в американском атомном проекте до 1945 года, не был немцем, не был и прямым учеником Энрико Ферми, оба они не имели прямого отношения к теории сверхпроводимости.

12. *Найдите исторические ошибки в тексте.*

Для удобства приводим текст с ошибками ещё раз. Номера сносок в тексте соответствуют номерам пунктов списка ошибок (комментариев к соответствующим фрагментам текста) на стр. 1096.

Цезарь
(текст с ошибками)

Через семь веков после основания Рима двукратный[2] консул Республики, потомок Марса[10] и верховный жрец Юпитера[1] покинул Вечный Город, чтобы не разделить судьбу его основателя[3] — Рема. Ромул убил брата, чтобы основать Республику[4]; теперь коллега Цезаря по консульству — Марк Кальпурний Катон[5, 6] — решил убить своего напарника, для спасения Республики от диктатуры. Красноречивый Цицерон убедил плебеев, что смерть[7] консула и жреца станет благом для всех сограждан. Ещё лучше было принести в жертву богам первого диктатора — Суллу[8]; но тот умер от обжорства[13], завещав[11, 13] высшую власть своему племяннику[9] Цезарю. Ведь Судьба сулила трём Корнелиям[12] властвовать в Риме: Марий и Сулла выполнили свой долг, теперь пришёл черёд Цезаря![16]

Молодой[2] консул проиграл словесную дуэль со старым оратором — и Юпитер не помог своему жрецу удержать власть. Как понять этот знак Отца Богов? То ли Цезарь недостоин высшей власти — то ли Рим недостоин иметь такого владыку? Не пришла ли пора основать Новый Рим — за морем или за Альпами, откуда в Италию рвутся всё новые полчища варваров? За галлами пришли кимвры, после них — иберы[14], готы и вандалы. Кто сумеет навести порядок в этом Хаосе — тот докажет, что он избран богами для упорядочения всей Ойкумены. Сулла упорядочил Восток — и римляне признали его божественным Августом[15]. Если Цезарь упорядочит дикий Запад — он войдёт в историю, как второй Август. Неужели Марс Мститель не поможет своему потомку в столь священной войне?

За Альпами Цезаря, оказывается, ждали[17]. Старый Дивитиак — вождь эдуев, давних союзников Рима — изнемог в борьбе с дикими германцами: Аларихом[18]

и Ариовистом. Небольшое войско Цезаря сдвинуло равновесие сил: Ариовист погиб в бою, Аларих[18] был вытеснен за Пиренеи. Цезарь не стал его преследовать, а обратился к корню всех варварских нашествий. С галльской конницей и римской пехотой он перешёл Рейн и вторгся в Германию. Жрецы-друиды[20] объявили захватчикам беспощадную войну. Но Цезарь побеждал германцев в каждом бою, а жрецов миловал и храмы не грабил[19], говоря, что над Италией и Германией властвуют общие боги[20]. Ведь Вотан — другое имя Юпитера, а Фрейя — сестра Венеры: кому это лучше знать, чем верховному жрецу Отца Богов?

Постепенно германцы привыкли считать Цезаря воплощением их бога войны — громовержца Тора. Не случайно римские солдаты умеют взрывать стены крепостей волшебными пороховыми[21] минами! Через 10 лет после перехода через Альпы Цезарь стал владыкой всех варваров, обитающих между Океаном и Дунаем. В его новой армии только офицеры были римляне; солдаты происходили из разных племён и чтили Цезаря, как живого бога. Но вторгнуться в Италию с таким войском Цезарь не решался[22]: италики наверняка примут его, как изменника Родины и наводчика варваров. Для подчинения Италии нужны легионы римских граждан: где их взять[23]? Эллада и Македония — вот подходящие районы для вербовки добровольцев: тамошние жители помнят Суллу[24], даровавшего им римское гражданство[25]!

В 690 году от основания Рима Цезарь перешёл Дунай и вторгся в Македонию[32], объявив себя наследником Александра Великого и Суллы[11]. Греки толпами стекались к нему; римский наместник Гней Помпей, разбитый Цезарем при Фарсале и Филиппах[33], с позором бежал в Александрию, где был убит. Приморские города предоставили Цезарю необходимый флот, и он высадился в Бриндизи подобно Сулле — как победитель Востока и Запада. Сенаторов охватила паника: неужели Цезарь, как Сулла, объявит всех своих врагов вне закона? Но Цезарь поступил умнее: он помиловал тех противников, которые не пытались его убить, а прочим приказал покинуть Италию. Гордый Катон убил себя на Форуме[6], не желая, чтобы Цезарь распоряжался его жизнью; Цицерон уплыл в Александрию, где стал сотрудником Музея и профессиональным философом[34].

Заговор Брута и Кассия против Цезаря не удался, благодаря бдительности Луция Катилины[26] — начальника охраны нового диктатора. Так в Риме восстановилось равновесие трех властей: Диктатора, Сената и Комиций. Вскоре лучший римский юрист[27] — Лукреций Кар — составил, по просьбе Цезаря, новую конституцию[28] Республики. Грек Полибий[29,30] написал Историю Рима, показав неизбежный триумф Монархии над Анархией: превращение временных консулов в постоянных диктаторов[35]. Так кончилась Римская Республика — и родилась Империя, процветавшая ещё 7 веков[31].

Список ошибок к тексту «Цезарь».

1. Верховным Жрецом Юпитера (Flamen Dialis) Цезарь был в юности. Отправляясь в Галлию, он был уже Председателем Коллегии Жрецов: Pontifex Maximus.
2. Цезарь отбыл в Галлию после **первого** исполнения им должности консула — в 695 году от Основания Города. В это время ему было 42 или 43

года — так что «молодым консулом» он не был.

3. Никаких призывов к убийству Цезаря в это время не было: его враги были довольны, что он уезжает за Альпы, и надеялись, что он не вернётся. Протестовали только **кредиторы** Цезаря: он был весь в долгах и надеялся разбогатеть в Галлии.

4. Ромул убил Рема, чтобы стать единственным **царём** нового Города — Рима. Республика в Риме установилась через 240 лет после основания Города — когда римляне свергли царя Тарквиния Гордого.

5. Коллегу по консульству Цезаря звали Марк Кальпурний Бибул: он был давним врагом Цезаря и позднее погиб в войне с ним.

6. Марк **Порций** Катон стал врагом Цезаря, ещё когда тот был претором, а Катон — трибуном. Республиканец Катон убил себя после победы Цезаря — но не в Риме, а в Утике (близ Карфагена).

7. Марк Туллий Цицерон был противником Цезаря — но никогда не призывал к его убийству. Позднее Цезарь помиловал Цицерона, разрешив ему жить в Риме.

8. Ни Цицерон, ни другие республиканцы не смели призвать народ к убийству диктатора Суллы: в Риме тогда царил военный террор.

9. Гай Цезарь не был в родстве с Луцием Суллой, ибо Цезарь происходил из рода Юлиев — а не Корнелиев.

10. Род Юлиев считал своим предком не Марса, а богиню Венеру и её мужа — героя Энея Троянского.

11. Цезарь с самого начала был противником Суллы, ибо он был племянник жены его старого врага — Гая Мария.

12. Марий не происходил из рода Корнелиев, а был безвестный плебей: даже родился он не в Риме.

13. Сулла умер не от обжорства, а от болезни, похожей на СПИД. За год до смерти он ушёл в отставку, передав всю власть в Республике Сенату.

14. Иберы (жители Испании) никогда не вторгались в Италию. Готы и вандалы (германцы) вторгались в неё в 5 веке — на закате Империи.

15. Сулла, захватив верховную власть, принял титул Феликс (Счастливый, Везучий) — а не Август (Волшебный, Божественный). Цезарь избегал новых титулов: его личное имя стало титулом ещё при жизни.

16. Ни Сулла, ни Цезарь, ни Октавиан Август никогда не объявляли о замене Республики иным государственным строем: все они утверждали, что «восстанавливают Республику».

17. В Галлии никто не ждал вторжения армии Цезаря. Но многие местные вожди (в их числе — Дивитиак) заключили с ним союз, чтобы одолеть своих врагов-соседей.

18. Ариовист — военный вождь германцев — погиб в борьбе с Цезарем. Аларих был такой же вождь германцев (готов) — но жил он в начале 5 века н. э. Он сумел захватить и ограбить Рим — впервые, после 8 веков римских удач.
19. Цезарь вторгался в Германию с карательными целями — но не пытался закрепиться там, ибо германские племена жили ещё в условиях военной демократии (в отличие от галлов, вожди которых походили на царей раннего Рима).
20. Цезарь не пытался связать римских богов с богами галлов или германцев. Друиды — жрецы галлов (а не германцев) навсегда остались врагами римской власти и религии.
21. Римляне до конца своей истории не открыли тайну пороха или иных взрывчатых веществ. Даже «греческий огонь», содержавший селитру и оттого горевший на воде, был изобретён позже — в 7 веке н. э.
22. Захватив и упорядочив Галлию, Цезарь вторгся прямо в Италию. Он знал, что греки и македонцы скорее поддержат не его, а Помпея — последнего завоевателя Востока.
23. Воюя в Заальпийской Галлии, Цезарь одновременно был наместником Рима в Предальпийской Галлии — то есть, северной Италии. Именно здесь он вербовал новых легионеров; поэтому они не казались чужаками для прочих италиков.
24. Сулла, сражаясь на Востоке с царём Митридатом, не оказывал милостей эллинам: он грабил их, вымогая средства на войну.
25. При жизни Цезаря римское гражданство имели далеко не все италики. Вне Италии римскими гражданами были лишь потомки коренных римлян (колонистов) — или «прогрессивные» представители местной знати.
26. Луций Сергий Катилина погиб в политической борьбе римлян ещё до взлёта Цезаря; Цезарь его поддерживал, но не доверял этому бунтарю. Заговор Брута и Кассия, как известно, привёл к гибели Цезаря в 44 году до н. э.
27. Тит Лукреций Кар был поэт и натурфилософ — но не юрист.
28. Ни при Цезаре, ни позже Римская Республика (или Империя) не имела Конституции или полного Свода Законов. Такой свод начал формироваться только при христианских императорах: от Константина до Юстиниана.
29. Грек Полибий написал историю Римской Республики в пору её взлёта и войн с Карфагеном. Он был сторонник равновесия трёх политических сил: Аристократии, Демократии и Монархии.
30. Историю превращения Римской Республики в Империю начал писать Тит Ливий — современник и придворный историк Октавиана Августа.
31. Римская Империя просуществовала не 7, а только 5 веков: от начала единовластия Цезаря (48 год до н. э., победа над Помпеем при Фарсале) до свержения Ромула Августула рексом Одоакром (476 год н. э.).

32. Цезарь никогда не переходил Дунай: в Македонию он попал с юга — из Италии, когда воевал против Помпея.
33. В битве при Филиппах (43 г. до н. э.) сражались наследники Цезаря: Октавиан и Антоний против Брута и Кассия.
34. Цицерон оставался в Риме после победы Цезаря. После смерти Цезаря Цицерон вернулся в политику и погиб, ибо оскорбил Марка Антония.
35. При империи выборные консулы не исчезли, но стали мелкими чиновниками на службе императоров.

В заключение рассмотрим итоги поиска ошибок в текстах, посвящённых Цезарю и Ландау. Конечно, Цезаря школьники знают лучше: издалека всё виднее! Однако верно указать хотя бы 15 ошибок в тексте «Цезарь» сумели только 28 школьников — из почти тысячи участников конкурса по истории. Наилучший результат — 31 ошибка — принадлежит Игорю Сорокину из Классической Гимназии Санкт-Петербурга. Классику — и карты в руки!

Напротив, наибольшее число верно найденных ошибок в тексте о Ландау составило всего 13 штук. Этого максимума достигли два удалых физматика из Москвы и Черноголовки: Ваня Лысов из школы 91 и Ваня Андреев из школы 82. Оба эти удальца не проявили интереса ни к Цезарю, ни к другим задачам по «классической« истории. Ничего: М. В. Ломоносов тоже увлёкся российской историей в весьма зрелом возрасте!

Назовём трёх авторов, получивших хорошие результаты **одновременно** по Цезарю и по Ландау. Это Миша Шляхтер из 610 Классической гимназии Петербурга и два москвича: Георгий Страхов из Лиги Школ (1199) и Николай Бобринский из школы 1262. Желаем новых успехов этим многоборцам!

Отметим авторов лучших результатов по другим задачам:
№ 1: Маша Юровицкая (школа 57);
№ 2: Юрий Соловьёв (школа 218) и Кирилл Йоутсен (школа 1016);
№ 3: Павел Васильев (гимназия 610, СПб) и Виталий Редькин (шк. 1624);
№ 5: Вадим Изгагин (школа 57);
№ 6: Алексей Гнеушев (школа 19, Оренбург);
№ 8: очень разные, но одинаково удачные решения представили: Сергей Сынтульский и Анна Долгополова (Академическая гимназия, СПб); Вера Жижина, Лена Григорьева и Антон Борисов (Классическая гимназия 610, СПб); москвичи Полина Гвоздева (школа 887), Марина Лебедева (школа 1678), Антон Груздев (школа 1079), Александр Осадчиев (школа 91) и Владимир Панов (школа 57);
№ 9: эта задача не поддалась ни одному из участников турнира;
№ 10: здесь также много оригинальных и удачных решений. В числе лучших авторов: Светлана Агеева (школа 2, Протвино); Кира Разумовская и Кирилл Зубков (Академическая гимназия СПб); москвичи Виктория Добромыслова (школа 887) и Артём Иванков (школа 1199).

Наконец, перечислим немногих авторов лучших работ из **младших** классов: это москвич Александр Кузнецов (6 класс, школа 887) и семиклассники из Петербурга: Дима Тяпин и Миша Ермолаев из Классической гимназии 610,

Игорь Кравчук из гимназии 371. Желаем им долгой чреды трудных успехов в грядущие годы!

Формальный итог конкурса по истории таков: около 850 участников, из них около 130 работ заслужили похвальный отзыв, и ещё около 70 работ заслужили особые премии.

КОНКУРС ПО ЛИНГВИСТИКЕ

Задачи

Задачи по лингвистике составлены специально для этого конкурса в Институте лингвистики Российского государственного гуманитарного университета.

1. В слове *воск* четыре звука. Для каждого из этих звуков определите, сколько раз он встречается в пословице *Всякому овощу своё время* и укажите, в каких словах.

2. В норвежском языке представлены три рода: мужской (показатель en), женский (ei) и средний (et). Даны норвежские существительные в форме единственного и множественного числа с русским переводом:

ei elv — elver ‘река’, et svin — svin ‘свинья’, ei seng — senger ‘кровать’,
en feil — feil ‘ошибка’, en by — byer ‘город’, et sted — steder ‘место’,
ei geit — geiter ‘коза’, et egg — egg ‘яйцо’, en hund — hunder ‘собака’.

Известно, что два из них в процессе своего развития поменяли род. Определите, какие. Объясните своё решение.

3. Даны арабские слова с русскими переводами:

خان *хан*; مارش *марш*; فيتامين *витамин*; سوفخوز *совхоз*;

كوردون *кордон*; رادار *радар*; بار *бар*;

كومسومول *комсомол*;

Переведите на русский язык: 1) ميموزا 2) بازار 3) كاكاو

Объясните своё решение.

4. Некоторые русские предложения неоднозначны. Неоднозначность можно продемонстрировать различными способами:

1) установлением связей между словами, например:
Он умел заставить себя слушать
(*заставить* → *себя* или *себя* ← *слушать*);

2) постановкой вопроса от главного слова к зависимому, например:
письмо знакомой (*кому?* или *чьё?*);

3) перефразированием, например:
посещение друга
(*друг посещает* или *друга посещают*).

Сколько смыслов имеет предложение *Соседа Игоря встретил вчера возвратившийся из поездки в Москву Олег* ?
Продемонстрируйте различные смыслы каким-нибудь способом.

Решения задач конкурса по лингвистике

1. (автор Е. В. Муравенко)

В слове *воск* четыре звука: [в], [о́], [с], [к].

Звук [в] встречается в данной пословице **3 раза**:

Всякому о**в**о*щу* с**в**о*ё* **в**р*емя*

(в слове *всякому* буква *в* передаёт звук [ф]).

Звук [о́] встречается **2 раза**:

Всякому **о**в*ощу* сво**ё** *время* (**ё**=[*й***о́**])

(буква *о* в словах **всякому** и **своё**, а также во втором слоге слова **овощу** передаёт другой звук).

Звук [с] встречается **1 раз** в слове **с***воё*

(в слове *всякому* буква *с* передаёт мягкий звук [с’]).

Звук [к] встречается **1 раз** в слове *вся* **к** *ому*.

2. (автор Е. М. Алексеева) Множественное число существительных женского рода образуется одинаково: с помощью окончания *-er*. Множественное число существительных мужского рода в двух случаях также образуется добавлением окончания *-er*, а в одном слове окончание не добавляется: *en feil — feil*. Форма множественного числа существительных среднего рода в двух случаях совпадает с формой единственного числа, а от одного слова образуется с помощью окончания *-er*: *et sted — steder*. Видимо, эти два существительных, у которых множественное число образуется по образцу существительных другого рода, и являются искомыми, поменявшими род в процессе развития языка.

Заметим, род существительных норвежского языка не обязательно слвпадает с родом этих существительных в русском языке; эти несовпадения не имеют непосредственного отношения к решению задачи.

3. (автор А. М. Алексеева) Предполагаем, что арабские слова произносятся примерно так же, как и русские переводы (иначе задание перевести новые слова было бы невыполнимым). По-видимому, такое совпадение возможно потому, что предложенные в задаче слова — заимствованные (здесь возможны разные случаи: в арабский из русского /напр., *совхоз*, *комсомол*/, параллельное заимствование из других языков в арабский и русский /напр., *витамин*, *бар*/)[1].

[1] см. стр. 1103

Найти звуковое соответствие арабским буквам, пытаясь читать их в привычном нам направлении слева направо, не удаётся. Зато замечаем, что в тех случаях, когда переводы одинаково начинаются, арабские слова одинаково кончаются[1] (*комсомол*, *кордон*: ...كو) и, наоборот, если переводы одинаково заканчиваются, арабские слова имеют одинаковое начало (*хан*, *кордон* и *витамин*: ن...; *бар* и *радар*: ار...). Предполагаем, что направление письма в арабском противоположно нашему — справа налево. Анализируя данные слова, убеждаемся, что наша догадка верна.

Находим звуковое значение всех данных арабских букв[2] и выполняем контрольные переводы:
1) ميموزا *мимоза*, 2) بازار *базар*, 3) كاكاو *какао*.

4. (автор Е. В. Муравенко) В предложении три фрагмента, каждый из которых допускает по два понимания (независимо от понимания остальных фрагментов):
1) *соседа Игоря — соседа по имени Игорь* или *соседа* (чьего?) *Игоря*;
2) *встретил* → *вчера* или *вчера* ← *возвратившийся*;
3) *возвратившийся* → *в Москву* или *из поездки* → *в Москву*.
Таким образом, данное предложение имеет $2 \cdot 2 \cdot 2 = 8$ смыслов.

Критерии оценок и награждения

Задача № 1. За правильное определение количества употреблений каждого звука с указанием слов, в которых он встречается, — 1 балл. Максимальное количество баллов — 4. Если слова, в которых встречаются указанные звуки, не перечислены, один балл снимается.

Задача № 2. За каждое правильно указанное слово — 1 балл. За наличие объяснения решения — 1 балл. Максимальное количество баллов — 3.

Задача № 3. За каждое правильно переведённое слово — 2 балла. За наличие хоть какого-то объяснения — 1 балл. Максимальное количество баллов — 7.

Задача № 4. За каждый найденный неоднозначный фрагмент — 2 балла. За правильный подсчёт общего количества смыслов — 1 балл. Максимальное количество баллов — 7.

Баллы, набранные по всем четырём задачам, суммировались (максимальное возможное количество баллов $4 + 3 + 7 + 7 = 21$). Грамотами за успешное выступление на конкурсе по лингвистике награждались учащиеся 7 классов и младше, набравшие не менее 17 баллов, 8-классники, набравшие не менее 18 баллов и 9–11-классники, набравшие не менее 19 баллов. Балл многоборья давался в 7 классе и младше — за 14 баллов, в 8–9 классах — за 15, в 10–11 классах — за 16 баллов.

[1] «Концом» арабских слов, как и русских, условно считаем правый конец, а «началом» — левый.
[2] определяя в некоторых местах границы между «сливающимися» буквами, и учитывая, что одни и те же буквы в зависимости от «соседей» имеют разные варианты начертания

Краткая историко-этимологическая справка к задаче № 3

Хан. Заимствовано древнерусским языком из тюркского.
хан (др-рус) ← каган (тюркск.) ← кекиан (китайск.) = ке (великий) + киан (правитель)

Марш. Заимствовано в начале 18 века из французского языка.
марш ← marche ← marcher (идти, ступать ← бить) ← marcus (молот, лат.)

Витамин. Автор этого термина — биохимик Казимир (Казимеж) Функ (1884–1967). «Датой рождения» слова «витамин» условно считается 1 июля 1911 года.

Авторская этимология слова *витамин* — «амин жизни»: vita — жизнь (лат.), аминами называют химические соединения, содержащие т. н. аминогруппу NH_2. Роль витаминов была выяснена в результате расследования причин болезни местных жителей острова Ява (в то время — голландская колония), проведённого голландскими врачами в 1886 году. Симптомы болезни — потеря чувствительности и паралич нижних конечностей, она получило название бери-бери. Выяснилось, что заболевшие на фоне скудного рациона употребляли в пищу очищенный рис, в то время как единственным (в местных условиях) источником одного из необходимых человеку витаминов была рисовая шелуха (современное название этого вещества — *тиамин*, кодовое обозначение B_1)

«Заимствовано» это слово арабским и русским языками было, очевидно, сразу же — как только врачи и учёные, знающие эти языки, прочитали его в научных статьях. Видимо, это одно из первых «интернациональных» слов, для которых нельзя указать «первоначальный» язык их происхождения: К. Функ родился в Варшаве (Польша), окончил Бернский университет (Швейцария), работал в Пастеровском институте (Париж, Франция), Берлинском университете (Германия), Листеровском институте (Лондон, Великобритания), Институте витаминов (Нью-Йорк, США) и др.

Совхоз. *Сов*етское *хоз*яйство. Совхозы начали создаваться после принятия Декрета о земле 27 октября (9 ноября) 1917 г. Вторым Всероссийским съездом Советов рабочих и солдатских депутатов.

Кордон. Заимствовано в начале 18 веке из французского языка.
кордон ← cordon (кордон ← шнур, верёвка; франц.) ← chorde (струна, греч.)

Радар. Английская аббревиатура от radio detecting and ranging — обнаружение и определение расстояния с помощью радиоволн.

Бар. Заимствовано в начале 20 века из английского языка.
bar (стойка) ← франц. barre (загородка, барьер)

Комсомол. *Ком*мунистический *со*юз *мол*одёжи. Российский коммунистический союз молодёжи (РКСМ) создан на 1-м Всероссийском съезде союзов рабочей и крестьянской молодёжи 29 октября 1918 г. Название несколько раз менялось, с 1926 г. организация длительное время именовалась Всесоюзный Ленинский коммунистический союз молодёжи (ВЛКСМ).

Мимоза. Заимствовано в 19 веке из латинского научного языка. Для некоторых разновидностей этого растения характерно движение листьями в ответ на внешнее раздражение (прикосновение); отсюда возникло название «стыдливая мимоза» — по сходству движений листьев с жестами мима (греч. mimos — подражание; вид представлений античного народного театра).

Базар. Слово по очевидным причинам очень «популярное» во многих языках, точно проследить последовательность и хронологию его заимствований невозможно. Видимо, имеет тюркское происхождение.

Слово «базар» (рынок, место торговли) с современного русского на современный арабский язык переводится как «сук» (название «базар» сохранилось за некоторыми местами торговли по историческим причинам; видимо, это слово распространено в современном арабском языке менее широко, чем в русском). «Базар» является словом персидского языка (Иран).

Какао. Наиболее древние надписи с этим словом на глиняных горшках индейцев майя относятся ориентировочно к 500 г. до н. э. Заимствовано европейскими языками в конце 15 века в результате открытия Америки (Колумб, 1492) и завоза оттуда сельскохозяйственной культуры какао.

КОНКУРС ПО ЛИТЕРАТУРЕ

Задания

В скобках после номеров заданий указаны классы, которым эти задания рекомендуются.

1. (8–11)

Рифма.

Эхо, бессонная нимфа, скиталась по брегу Пенея.
  Феб, увидев её, страстию к ней воспылал.
Нимфа плод понесла восторгов влюблённого бога;
  Меж говорливых наяд, мучась, она родила
Милую дочь. Её приняла сама Мнемозина.
  Резвая дева росла в хоре богинь-аонид,
Матери чуткой подобна, послушна памяти строгой,
  Музам мила; на земле Рифмой зовётся она.

А. С. Пушкин, 1830 г.

Что такое рифма? Какие особенности рифмы отразились в истории Рифмы — дочери нимфы Эхо и Феба (Аполлона, бога искусства и вдохновения), рождённой рядом с наядами (нимфами — хранительницами вод), выросшей среди муз (или аонид) — богинь поэзии, искусств и наук, дочерей богини памяти Мнемозины?

Как вы думаете, что перед вами — стихотворное изложение древнегреческого мифа, перевод из древнегреческого поэта или оригинальное произведение? Докажите свою точку зрения.

2. (10–11) *Прочитайте отрывок из рассказа современной писательницы Т. Толстой «Сюжет».*

. . . Пушкину грезятся огни, стрельба, крики. . . кто-то положил остужающую руку на горячечный лоб — Даль? — Даль. Даль заволакивает дымом, кто-то падает, подстреленный, на лужайке. . . это он сам, убит, — к чему теперь рыданья, пустых похвал ненужный хор? — шотландская луна льёт печальный свет на печальные поляны, поросшие развесистой клюквой и могучей, до небес, морошкой; прекрасная калмычка, неистово, туберкулёзно кашляя, — тварь дрожащая или право имеет? — переламывает над головой зелёную палочку — гражданская казнь; ещё ты дремлешь, друг прелестный? Не спи, вставай, кудрявая! Собаки рвут младенца, и мальчики кровавые в глазах. Расстрелять, — тихо и убеждённо говорит он, — ибо я перестал слышать музыку, румынский оркестр и песни Грузии печальной, и мне на плечи кидается анчар, но не волк я по крови своей: и в горло я успел воткнуть и там два раза повернуть. . . Гул затих, я вышел на подмостки, я вышел рано, до звезды, был, да весь вышел, из дому вышел человек с дубинкой и мешком. Пушкин выходит из дома босиком, под мышкой сапоги, в сапогах дневники. Так души смотрят с высоты на ими брошенное тело. . .

В этом отрывке передан бред поэта, тяжело раненного на дуэли (в рассказе Пушкин выживет после дуэли и доживёт до преклонных лет). Однако текст только на первый взгляд кажется бессвязным. Попробуйте определить логику его построения. Какие цитаты из произведений русской литературы (укажите, если можете, названия и авторов) и отсылки к известным событиям из жизни русских писателей здесь встречаются?

3. (10–11)

Нами
лирика
в штыки
неоднократно атакована,
ищем речи
точной
и нагой.
Но поэзия —
пресволочнейшая штуковина:
существует —
и ни в зуб ногой.

Предположим, вы читаете этот отрывок и не знаете, откуда он и кем написан. Приведите различные возможные его истолкования (разумеется, кроме прямого значения слов стоит учитывать и звучание стиха, и стилистические и лексические особенности, и всё остальное, что считается важным при чтении поэтического произведения).

Какая версия кажется вам наиболее убедительной или даже единственно правильной и почему? (отвечая на этот вопрос, вы можете использовать свои знания об авторе и произведении).

Комментарии к заданиям конкурса по литературе

Отвечающим на вопросы по литературе понадобились и точные, конкретные знания, и умение интерпретировать, истолковывать текст. Лучшими признаны ответы, в которых содержится наибольшее количество правильных утверждений (работ, не содержащих ошибок, не оказалось ни одной) и при этом предлагается интересное и более или менее убедительное прочтение текста.

1. Первое задание можно было выполнить, только хорошо представляя, что такое рифма. «Рифма — звуковой повтор преимущественно в конце двух или нескольких стихов, чаще — начиная с последнего ударного слога в рифмуемых словах» (А. Квятовский, «Поэтический словарь»). Для рассуждений о рифме и Рифме нужны некоторое воображение и смелость догадок. «Из всех природных явлений она больше всего похожа на эхо, поэтому аллегорически представлена дочерью нимфы Эхо и Аполлона — бога искусства. Мнемозина (богиня памяти) появляется в данной аллегории потому, что рифмованные строки глубже западают в память и обычно обладают смыслом, который должен быть запомнен» (Лариса Бучок, 11 кл., Муниципальная гимназия г. Раменское). «Она позволяет сделать текст гладким, так и льющимся из уст, как вода (она родилась рядом с наядами)» (Галина Гусак, 9 кл., г. Протвино, шк. № 1).

Очень помогли бы в ответе на последнюю часть вопроса знания по мифологии и истории литературы. У древних греков был миф о нимфе Эхо, полюбившей Нарцисса и отвергнутой им; о Рифме в нём не говорилось и не могло говориться. Но даже если отвечающий не знает или забыл, что древнегреческие поэты почти не употребляли рифм, лучше не высказывать безапелляционные ложные суждения, такие например: «Это не перевод, потому что Пушкин не был переводчиком», «Это миф, потому что названы имена богов», «Это миф, потому что его рассказывала Пушкину няня Арина Родионовна».

А вот пример убедительного ответа: «Я считаю, что это оригинальное произведение А. С. Пушкина. Древнегреческие поэты употребляли рифму довольно редко, поэтому не могли придавать ей столь большое значение. И указание „на земле“ тоже вряд ли могло быть упомянуто в древнегреческом мифе или у древнегреческого поэта. Чаще всего люди назывались „смертными“». (Маргарита Тарасова, 11 кл., Санкт-Петербург, шк. 610).

2. Во втором задании нужно было узнать цитаты и отсылки. Здесь отличить правильный ответ от неправильного в большинстве случаев не составило труда. Безусловно неправильно приписывать слова о «песнях Грузии печальной» Лермонтову или утверждать, что фраза «собаки рвут младенца» встречается в «Борисе Годунове» Пушкина. С «шотландской луной» дело обстоит сложнее, и предположение, что текст отсылает читателя не к стихотворению Мандельштама, а прямо к легендарному кельтскому поэту Оссиану (под его именем шотландский поэт Макферсон в 1765 г. издал сборник эпических поэм), допустимо.

Список явных цитат (возможно, неполный).

Цитата	Автор	Название произведения
К чему теперь рыданья, пустых похвал ненужный хор?	М. Лермонтов	Смерть поэта
Шотландская луна («Зачем же мне мерещится поляна, Шотландии кровавая луна?»)	О. Мандельштам	Я не слыхал рассказов Оссиана. . .
Луна льёт печальный свет на печальные поляны	А. Пушкин	Зимняя дорога
Прекрасная калмычка	А. Пушкин	Калмычке
Тварь дрожащая или право имеет?	Ф. Достоевский	Преступление и наказание
Ещё ты дремлешь, друг прелестный?	А. Пушкин	Зимнее утро
Не спи, вставай, кудрявая!	Б. Корнилов	Песня о встречном
Собаки рвут младенца («Псы растерзали ребёнка в клочки») *. . . Расстрелять, — тихо и убеждённо говорит он* («Тихо проговорил Алёша»)	Ф. Достоевский	Братья Карамазовы
И мальчики кровавые в глазах	А. Пушкин	Борис Годунов
Песни Грузии печальной	А. Пушкин	Не пой, красавица, при мне
Мне на плечи кидается. . . , но не волк я по крови своей	О. Мандельштам	За гремучую доблесть
Анчар	А. Пушкин	Анчар
В горло я успел воткнуть и там два раза повернуть. . .	М. Лермонтов	Мцыри
Гул затих, я вышел на подмостки	Б. Пастернак	Гамлет
Я вышел рано, до звезды	А. Пушкин	Свободы сеятель пустынный. . .
Из дома вышел человек с дубинкой и мешком	Д. Хармс	Из дома вышел человек. . .
Так души смотрят с высоты на ими брошенное тело. . .	Ф. Тютчев	Она сидела на полу. . .

Можно узнать и упоминания известных фактов из жизни русских писателей (об этом говорится в приводимых ниже фрагментах работ). А вот однозначно определить, правильно ли угадана логика построения этого «бредового» текста, нельзя. Во-первых, потому, что для разбора предложен только отрывок, к тому же сокращённый. Во-вторых, истолкование — вообще дело творческое. Принимаясь за работу, интерпретатор должен отметить как можно больше значимых особенностей и попытаться объяснить, что именно они означают. В данном случае сразу бросается в глаза, что текст почти полностью состоит из цитат, причём бóльшая их часть — из произведений, которых Пушкин не мог знать.

Эти поздние цитаты и отсылки тончайшим образом сплетены с цитатами из произведений самого Пушкина, и неожиданность сочетаний изумляет (строчка из пушкинского «Зимнего утра» плавно перетекает в весёлый призыв из советской песни, за которым следует изображение кровавых событий и видений), а то и смешит, несмотря на трагичность описываемой ситуации.

По какому принципу сцеплены цитаты? На какие большие части распадается текст? Какую идею в нём можно обнаружить? Авторы лучших работ ответили на эти вопросы по-разному. Ольга Павлова сочла главным хронологический принцип, Ильдар Кагиров увидел здесь размышления о судьбе поэта, Елена Кочеткова вообще отказалась от анализа и дала параллельный «бредовый» текст, включив в него интересные комментарии. Всех трёх авторов отличает довольно широкий литературный кругозор, в их работах естественно возникают упоминания о многих произведениях, не упомянутых в отрывке. Публикуемые фрагменты ответов (они сокращены и слегка отредактированы) не свободны от ошибок и неточностей. Вряд ли можно назвать прекрасную калмычку романтическим образом («Твои глаза, конечно, узки, и плосок нос, и лоб широк, ты не лепечешь по-французски и шёлком не сжимаешь ног» — 1829 год); источником выражения «развесистая клюква», которое «употребляется как шутливое обозначение вздорных сообщений о России и русских, принадлежащих плохо осведомлённым иностранцам» (Н. Ашукин, М. Ашукина, «Крылатые слова»), считается описание путешествие по России Александра Дюма-отца, но в действительности в его произведениях нет ничего подобного; зелёную палочку, как считал старший брат Льва Толстого Николенька, только предстояло закопать, когда соберутся все «муравейные братья», Достоевский был приговорён к каторжным работам и т. п.

Ольга Павлова *(11 класс, Московская государственная пятьдесят седьмая школа)*. В отрывке собраны цитаты и аллюзии, а также указания на события, случившиеся в прошлом, и те, которые произойдут только в будущем. Часто фразы перекликаются словами, слово вытягивает за собой длинную цепочку ассоциаций («Даль»: вопрос Пушкина и ответ дежурящего у постели; имя, а потом пространство; собрание цитат из различных произведений со словом «вышел»). Сначала Пушкину в бреду грезятся «огни, стрельба, крики»; он на мгновение выныривает из горячки, но «даль заволакивает дымом», и он снова погружается в неё. Пушкин видит со стороны свою дуэль и себя «подстреленного» (возможно, в сознании возникает дуэль, уже описанная в романе «Евгений Онегин», тем более что дальше идёт цитата из стихотворения Лермонтова, которого Пушкин, конечно, знать не мог, где смерть Пушкина описывается примерно такими же словами, как смерть Ленского в «Евгении Онегине»).

Цитата из Лермонтова — поэта-романтика — вызывает образ «шотландской луны» (здесь возможна ассоциация с шотландским бардом Оссианом), которая, в свою очередь, возвращает к пушкинскому стихотворению. Темы печали, рыданий, смерти — романтические, они пронизывают этот кусок текста и как бы предсказывают судьбу Пушкина. У самого поэта был южный романтический период; «печальные поляны, поросшие развесистой клюквой (эта цитата из Дюма, очень известная и комическая, звучит теперь по-новому в почти трагическом контексте) и могучей, до небес, морошкой», символизируют окон-

чание южного периода, ссылку поэта в Михайловское. Таким образом, перед Пушкиным как бы проходит отрезок его жизни. «Прекрасная калмычка» (муза или возлюбленная в стихах Пушкина, образ тоже скорее романтический) преображается: в памяти Пушкина всплывает следующее событие, очень важное для него, — восстание декабристов и их казнь. Перелом «зелёной палочки» напоминает то, как переламывали шпаги над головой осуждённых декабристов. Цитата из Достоевского (размышления Раскольникова) может быть отнесена и к самим декабристам (должны ли они, как «твари дрожащие», повиноваться существующему порядку или имеют право на бунт во имя высокой цели — или преступление), и к палачам (имеют ли они право казнить?).

Но дальше идут уже не воспоминания Пушкина. Известно, что в некоторых стихотворениях Пушкин как бы предсказывает свою судьбу («промчится год — и с вами снова я» — о своей ссылке); здесь же Пушкин разрывает дней грядущих туман, видит судьбу России. Фраза «Ещё ты дремлешь, друг прелестный?», поставленная в одном предложении с упоминанием о декабристах, и дальнейший призыв «не спи», вызывают в памяти слова «декабристы разбудили Герцена», а следующая ассоциация — революция. Сюда укладываются и слова о том, что «собаки рвут младенца», и «мальчики кровавые», и расстрелы. Кто этот «он» — неизвестно, возможно, сам Пушкин, который перестал слышать музыку (гармонию) из-за этих кровавых видений («человек человека» посылает на смерть, «на плечи кидается» волк, кто-то убивает: «в горло я успел воткнуть и там два раза повернуть»), хотя сам он «не волк... по крови своей». Но эти видения отдаляются («гул затих»), появляется отсылка к Шекспиру («Гамлет» с его вопросом «быть или не быть», жить или умереть), а также вновь вводится тема предсказания («ловлю... что случится на моём веку»). Цитата из стихотворения Пушкина («Свободы сеятель пустынный, я вышел рано, до звезды...») вновь возвращает тему свободы (связанную с революцией) и толпы, которой она не нужна; фраза «был, да весь вышел» перекликается с финалом этого стихотворения — символизирует провал надежд и ожиданий, и, возможно, говорит о смерти. Человек (Пушкин) выходит «из дома», как душа уходит из тела («так души смотрят с высоты на ими брошенное тело...»). Таким образом, отрывок завершается темой смерти человека и бессмертия его души, которая становится отстранённым наблюдателем. В отрывке как бы показаны отрыв души (мучительно вспоминающей и переживающей события жизни) от тела, возникающая способность её видеть прошлое и будущее и, наконец, смерть (или подобие смерти, если известно, что Пушкин выживет).

Ильдар Кагиров *(11 класс, Санкт-Петербург, Академическая гимназия).* ... Анчар является символом мирового зла; если анчар кидается человеку на плечи, то человека обуревают зло и ненависть. «Но не волк я по крови своей» — эта фраза, цитата из Мандельштама, противопоставляется предыдущей. Я считаю, что фразу «Но в горло я успел воткнуть и там два раза повернуть...» (из «Мцыри» Лермонтова) можно связать с произведением советского писателя В. Ерофеева «Москва — Петушки»: там главному герою Веничке в конце некие четверо «вонзили нож в самое горло». Горло у Ерофеева, как и у древних славян, отождествляется с душой; недаром у Венички душа поднимается к горлу,

когда он пьёт водку из горлышка... Тогда эта фраза перекликается с последней: «Так души смотрят с высоты на ими брошенное тело...» Создаётся образ смерти, убивающей тело, но не душу.

Цепочка из трёх фраз «Я вышел рано, до звезды...» — «Был, да весь вышел» — «Из дому вышел человек с дубинкой и мешком» означает примерно следующее: «Сперва я (Пушкин — *И. К.*) был поэтом-учителем, но затем я, не понятый недозревшим народом, истощился и вот умираю».

Я истолковываю отрывок следующим образом. Пушкин, считая, что умирает, думает о том, что он прожил зря для России (нрзб., возможно, прочтение этого предложения ошибочно). В связи с этим ему чудятся исторические эпизоды, связанные с удалением талантливых поэтов, писателей и гражданских деятелей из жизни: разгон декабрьского восстания, гражданская казнь Чернышевского, ссылка Достоевского, убийство доброго алкоголика Венички. Вместе с тем в России творятся бесчинства. Возможно, Пушкин решает, что смерть поэтов — это к лучшему, что в мире им нет места, их окружает вселенское зло. Поэтому их душам следует покинуть этот мир. В результате Пушкин уходит, подобно хармсовскому человеку с дубинкой и мешком, босиком — значит, в далёкое путешествие (в иной мир).

Елена Кочеткова *(10 класс лицея № 52 города Рязань)*. Я — величайший поэт России... Пушкин... Солнце русской поэзии... Солнце, солнце, оно бьётся в мозгу... Меня ранили на дуэли. Я ранен в живот. Говорят, это неизлечимо... перед глазами то, что видит душа... А она видит не настоящее, а прошлое и будущее... Это далеко, но это будет.

Рядом со мной жена... Наталья... Наталья — жена, жена — жалко — жутко — Жуковский... Со мной Жуковский. Он — тоже поэт. А потом будут и ещё поэты, и один из них скажет: «К чему теперь рыданья, пустых похвал ненужный хор»... Скажет это — и подпишет себе приговор, скажет про меня, а пострадает сам — немилость, презрение, дуэль, смерть. И это он не только про меня, но и про себя скажет... А я знаю, кто он будет... Он будет молод, умрёт, когда ему будет на десять лет меньше, чем мне сейчас... Его будут звать Михаил... Михаил Юрьевич Лермонтов. Он будет чем-то похож на Байрона... Романтик, мрачный певец одинокой души... Байрон — я сам пытался им стать в молодости. Хотел на грядке русской души вырастить английскую розу ветров. Англия — Ирландия — Шотландия... Шотландия... Саги, волынки, мифические герои... Эльфы, танцующие при луне и играющие на флейтах. Луна, луна, шотландская луна!.. Мне очень хочется клюквы и морошки. Доктор говорит жене, что это требование организма, желающего охлаждения и горечи, а не соли и жары... Кровь и солнце... И это — я.

И я вижу её, калмычку, ту, которую я пел... А сама она — не поет... Я сказал: «Не распеваешь *Ma dov e*... «Я так и назвал это стихотворение — «Калмычке». Мне сейчас трудно... трудно вспомнить, кто именно — она... Они все, эти женщины, прекрасны, так свежи и румяны! Но их румянец — и румянец лихорадки, чахотки... Но даже такой румянец — красит... А потом, после красоты, горящей рябиновым светом, — смерть. Я это уже однажды сказал, я назвал это «Осень»... Осень — чахоточная дева, гибнущая от кашля.

Шпага — меч — зелёная палочка... Зелёная — надежда. Я понял, я знаю, что через много лет после меня будет тот, кому эта палочка будет звездой путеводной. Его будут звать Лев Николаевич Толстой. Я вижу его ребёнком, играющим со старшим братом в муравейное братство — сидят под накрытым большим платком стулом, жмутся друг к другу и — счастливы. И они знают, что где-то недалеко зарыта зелёная палочка, дающая мир всем людям на земле, превращающая всех в муравейное братство.

«Из дома вышел человек с дубинкой и мешком» — «из дома вышел человек и стой поры исчез»... Я вижу XX век и того, кто звался — будет зваться — Даниил Хармс. И он писал про другого, а написал про себя. И он выйдет из дома — и исчезнет. Как часто поэты, не ведая, о себе пишут!

А тот, кто до самой смерти верил в зелёную палочку, тоже выйдет из дома и не вернётся — «босой, под мышкой сапоги»...

3. Третье задание — по отрывку из стихотворения В. В. Маяковского «Юбилейное» (1924 г.) — оказалось самым трудным. В одних работах, несмотря на формулировку здания, предлагалось единственное истолкование («Это стихотворение о том, что нельзя всё подчинить одной железной руке, мир — это больше, чем „речь точная и нагая“. Поэзию, „пресволочнейшую штуковину“, не искоренить, как свободу...» — Надежда Панченко, 11 кл., Москва, шк. 1040). В других описывались разные возможные смыслы, но без доказательств и без внимания к поэтике, т. е. к тому, как сделаны стихи. И, наконец, есть работы с очень тонкими наблюдениями над стихом, но со слабыми выводами.

Если интересоваться только лексическим значением слов, получится примерно такой смысл: мы много раз нападали на лирику, потому что нам нужна речь точная и прямая, неукрашенная, но поэзия, к большому нашему сожалению, несмотря ни на что, существует. Правда, не совсем ясно, синонимичны ли здесь слова *поэзия* и *лирика*; видимо, всё-таки это одно и то же. Внимательный анализ четырёх стихотворных строчек покажет, что всё не так просто.

Союз **но** разделяет отрывок на две противопоставленные части. В первой как будто говорится о дружной и важной деятельности — борьбе и поиске. Впечатление накала и активности борьбы усиливается некоторой неправильностью, смещением; наверное, есть команда «в штыки», но «атакована в штыки» не говорят. Глагол с относительно пассивным значением в фразеологизме «встречать в штыки» заменяется решительным «атакована», от этого «штыки» кажутся не метаморфическими, а вполне материальными, более того, может показаться материальным и то, что атакуют, т. е. лирика. Но если всё-таки представление материальности лирики не складывается, выходит, что вся решительная атака направлена против чего-то эфемерного — то ли стреляем из пушки по воробьям, то ли сражаемся с ветряными мельницами.

Некоторое подозрительное стилевое несоответствие есть и в словосочетании «неоднократно атакована» — слово «неоднократно«, научное или официально-деловое, превращает сообщение в подобие отчёта о проделанной работе. И звучит это сочетание странновато: два зияния — стечения гласных; монотонное открытое А — пять раз подряд и после ударного О — ещё два раза — не то хоровое протяжное «ура-а-а», не то отрывистое же «Здравия желаем», в котором слышны

только ударные А. Во втором стихе (может, точнее было бы говорить о группе строк, поскольку перед нами «лесенка») всё строго, ясно и однородно; стиль — книжный, несколько даже приподнятый; кажется, прямо соответствует её содержанию чёткость ритма — пятистопный хорей с одним пропущенным ударением (в первой строчке 8 хореических стоп, из них 3 пиррихия, т. е. 3 пропущенных ударения).

Тем разительнее противопоставлена всей первой части вторая. В третьей строке чёткость ритма сразу сбивается — пять безударных слогов подряд! — и в последней строке хорей звучит не отчётливо, лишённый ударения на первом слоге. За высоким и певучим словом «поэзия» следует ругательство с шипящими и свистящими звуками, а потом просторечная идиома, к тому же употреблённая в неправильном значении: здесь она явно означает что-то вроде «и ничего с ней не сделается», «и в ус не дует», а буквальное её значение — «совсем не подготовлен к чему-либо, не разбирается в каком-либо деле».

Можно подумать, что просторечие и есть «нагая» речь (правда, точной её, как мы только что увидели, не назовёшь), тогда окажется, что автор, как и его единомышленники («мы»), искренне досадует на неистребимость поэзии. Но простота эта мнимая, стихи противятся такому прочтению.

Очень выразительны рифмующиеся слова: просторечная «штуковина» вобрала в себя не только конечного «атакована», но и «штыков» из середины первой строки — вот насмешливый ответ на грозные слова первой части; издевательски выглядит и омонимичная форма «нагой» — «ногой», книжное слово как будто передразнивается с точно также звучащим словом из грубоватого фразеологизма. Тогда получается, что «пресволочнейшая штуковина» — фраза ироническая и выражающая весёлое восхищение тем, что ничего не делается с атакуемой поэзией. Поэзия и сама ничего не делает, не думает, к примеру, контратаковать — вот такое она явление. Два тире во второй части отделяют от грубоватых словечек самые важные слова, поставленные в начало строк: поэзия существует.

Но как тогда объяснить участие поэта в атаках на поэзию? Скорее всего, он искренне разделяет убеждения (и заблуждения) своего времени — и при этом не может не ощущать могучей власти поэзии — того, с чем он безуспешно пытается бороться. Известные нам обстоятельства жизни Маяковского и его творчество подтверждают нашу гипотезу.

2000

XXIII ТУРНИР им. М. В. ЛОМОНОСОВА

1 октября 2000 г.

ОТЧЕТ

Московская математическая олимпиада, основанная в 1935 году[1], много лет была единственной олимпиадой для Московских школьников. Сложившаяся в те годы система работы со школьниками — Математическая олимпиада, математические кружки и лекции в Московском университете — оказалась очень удачной — её роль была значительно шире рамок понятия «математика».

Потом появились олимпиады по другим предметам (физика, лингвистика, химия... много позже — информатика; что естественно — способности и интересы не обязательно должны быть только математическими), Всесоюзные, Всероссийские, Международные олимпиады.

Школьники, которые сразу и правильно выбрали свою «специальность», чувствуют себя в таком олимпиадном мире намного уютнее, чем те, кто еще не определился, что именно их больше всего интересует и чем они хотят заниматься, став взрослыми. Или те, кто сознательно не хочет выбирать что-то одно — например, чтобы заниматься смежными областями науки или выбрать совсем другую профессию — бизнес, политику и т.д., используя разностороннее образование в профессиональной деятельности, в воспитании своих детей...

Неизбежно существует «конкуренция за ресурсы» — время[2], организаторов, финансы, школьников, что часто приводит к неоптимальному распределению «ресурсов», каковыми согласны себя считать далеко не все дети (и организаторы олимпиад тоже). «Выживание» олимпиад по одним предметам и «вымирание» других также не является правильным.

Решение проблемы было найдено природой давным-давно и значительно позднее получило у людей название «симбиоз» (см. конкурс по биологии, стр. 1195). Такой олимпиадный симбиоз был придуман в 1977 году и с тех пор успешно

[1] В этом году, 4 марта 2001 года, она состоится 64-й раз.

[2] Например, самая первая Всесоюзная математическая олимпиада проводилась в тот же день, что и Московская городская — 16 апреля 1967 года.

сосуществует в московской экосистеме, развивается, эволюционирует, а в последнее время и размножается по другим городам и странам. В природе очень трудно найти сообщества из трёх и более равноправных взаимососуществующих организмов разных видов. А Ломоносовский турнир объединяет их целых 7 (математика, физика, химия, астрономия и науки о Земле, лингвистика, история, биология).

Турнир им. Ломоносова проводится каждый год в последнее воскресенье перед первой субботой октября[1]. Одновременно в нескольких местах, разбросанных по всему городу, проходят одни и те же конкурсы. В Ломоносовском турнире могут принять участие все желающие школьники, дети сами могут выбрать, в какое из этих мест приехать (что позволяет школьникам избежать проблемы московских расстояний), в конкурсах по каким предметам принять участие и сколько времени где потратить (каждый предмет — в своей аудитории, можно ходить в любое время в любом направлении).

Задания составляются так, что время не является существенным ограничением (большинство участников расходятся раньше, чем начинает «не хватать» времени, а для оставшихся это ограничение не является жёстким). Название «конкурс» чисто условно — грамоты получают все авторы хороших работ, здесь нет спортивного сравнения и конкуренции. Жюри в основном ориентируется на школьников 7–11 классов, но не забывает и о том, что ученики 6 классов и младше также могут участвовать в турнире, часто с интересом и иногда весьма успешно.

Некоторые участники заранее знают, какие конкурсы они посетят и куда пойдут в первую очередь. Другие же принимают решение уже придя на турнир, иногда после того, как пройдут по аудиториям и посмотрят на задачи. Иногда школьники заходят в аудитории, не собираясь участвовать в проводимом там конкурсе. Это не запрещается, порой школьник при этом обнаруживает, что предмет, который в школе казался ему неинтересным и скучным, на олимпиаду по которому он бы никогда не пошел, содержит массу интересных и неожиданных вопросов, о которых нигде в школьных учебниках не написано и никогда школьный учитель не рассказывал. Такие «открытия» делаются участниками нередко, поэтому организаторы рекомендуют всем перед уходом с турнира зайти на те конкурсы, в которых они не участвовали, и просто взять условия задач.

По традиции задания конкурса по математике не очень трудные. Цель — сделать математический конкурс интересным для всех участников. Школьникам, которым такие задания кажутся простыми и немного скучными, адресован международный математический Турнир городов — осенний тур которого также проводится в Москве. К сожалению, в этом году на Турнире не было устного конкурса по математическим играм. Без него скучали и ученики, успевшие принять в нём участие в прошлые годы, и сами организаторы. Надеемся, конкурс опять появится уже в 2001 году.

23-й Турнир им. М. В. Ломоносова состоялся в воскресенье, 1 октября 2000 года. Турнир организован Международным оргкомитетом Турнира городов, Мос-

[1]Такая заковыристая математическая формулировка связана с тем, что в первую субботу октября традиционно проходит первое занятие Малого мехмата, куда приглашаются участники турнира.

ковским Центром непрерывного математического образования (МЦНМО) при поддержке МИПКРО (Московского института повышения квалификации работников образования).

В Москве турнир прошёл в МАИ, МГУ, СТАНКИНЕ, МЦНМО, в школах №№444, 520, 602, 905, 1018, 1299, 1580, а также в гимназиях №1543 и №1567.

Количество участников: Москва — 3200, Оренбург — 1190, Харьков — 870, Санкт-Петербург — 120, Пушкино — 20. Местное жюри г. Харькова также самостоятельно проверило работы и подвело итоги.

Ниже приводится таблица результатов участников турнира 2000 года, получивших грамоты за успешное выступление по трём предметам и более (включая многоборье). К сожалению, опубликовать результаты всех участников, награжденных грамотами за успешное выступление, не представляется возможным из-за огромного объема информации. Но полную таблицу результатов можно посмотреть в интернете по адресу http://www.mccme.ru/olympiads/turlom/2000.

Названия предметов:

МА — математика, МИ — математические игры,
ФИ — физика, ХИ — химия,
БИ — биология, АС — астрономия и науки о Земле,
ЛИ — лингвистика, ИС — история,
ЛТ — литература, МН — многоборье.

Фамилия, Имя	Кл.	Школа №	Город	Грамоты			
6 класс							
Аверкин Анатолий	6	шк. 444	Москва	ФИ	БИ	АС	
Глушенко Алексей	6	шк. 444	Москва	ФИ	БИ	АС	
Лыков Петр	6	шк. 444	Москва	ФИ	БИ	АС	
Потапов Даниил	6	шк. 1150	Москва	МА	ФИ	АС	
Русланова Анна	6	шк. 1522	Москва	ФИ	ИС	МН	
7 класс							
Беляев Денис	7	шк. 1201	Москва	ФИ	БИ	МН	
Верхунова Екатерина	7	шк. 1199	Москва	ФИ	БИ	АС	
Виноградов Игорь	7	шк. 444	Москва	БИ	ЛИ	МН	
Слободчиков Владимир	7	шк. –	Москва	МА	ФИ	АС	
Трепалин Андрей	7	шк. 82	Черноголовка[1]	МА	ХИ	БИ	МН
Харин Василий	7	шк. 853	Москва	ФИ	АС	МН	
Шпакова Елена	7	шк. 45	СПб[2]	ХИ	БИ	ЛИ	
8 класс							
Буданова Анна	8	шк. 1514	Москва	ФИ	ЛИ	МН	
Витлина Марина	8	шк. 1199	Москва	БИ	ЛИ	ИС	
Ворокута Игорь	8	шк. 3	Оренбург	МА	ФИ	АС	
Дронов Михаил	8	шк. 2	Москва	ФИ	АС	МН	
Хадин Антон	8	шк. 463	Москва	МА	ФИ	МН	
Ходакова Юлия	8	шк. 1189	Москва	МА	ФИ	БИ	
Швец Петр	8	шк. 57	Москва	ФИ	АС	МН	
9 класс							

[1] г. Черноголовка Московской области
[2] г. Санкт-Петербург

Фамилия, Имя	Кл.	Школа №	Город	Грамоты			
Алергант Дмитрий	9	шк. 1543	Москва	ХИ	АС	ИС	МН
Багров Андрей	9	шк. 1333	Москва	МА	БИ	АС	
Изосимов Антон	9	шк. 1303	Москва	МА	АС	МН	
Крутова Мария	9	шк. 7	Москва	ХИ	АС	ЛИ	
Литвин Евгений	9	шк. 1199	Москва	БИ	ИС	МН	
Редькин Виталий	9	шк. 1624	Москва	АС	ИС	МН	
Романов Денис	9	шк. 199	Москва	МА	БИ	АС	ЛИ
Устинов Роман	9	шк. 654	Москва	МА	ФИ	АС	
Холомеева Анна	9	шк. 1514	Москва	МА	ФИ	МН	
Черненьков Дмитрий	9	шк. 444	Москва	МА	ФИ	ХИ	
Щербаков Алексей	9	гим. –	Раменское[1]	МА	ФИ	АС	
10 класс							
Гурвиц Ирина	10	шк. 218	Москва	БИ	ХИ	МН	
Лысов Иван	10	шк. 91	Москва	МА	ФИ	ХИ	
Степичева Надежда	10	шк. 1201	Москва	ФИ	БИ	МН	
Федина Анна	10	шк. 469	Москва	БИ	АС	ЛИ	
11 класс							
Айрапетов Алексей	11	шк. 1523	Москва	МА	ФИ	АС	
Джосан Оксана	11	шк. 91	Москва	МА	ХИ	МН	
Матвеев Дмитрий	11	шк. 1523	Москва	МА	АС	МН	
Петухов Олег	11	шк. 1189	Москва	МА	ФИ	АС	ЛИ
Полонская Зинаида	11	шк. 1189	Москва	МА	ФИ	ЛИ	
Черных Денис	11	шк. 1534	Москва	МА	ФИ	МН	

Прошедший Турнир был в основном похож на проходившие в последние годы. По-прежнему — и это во многом отрадно! — растет число участников и интерес к Турниру у школьников и их учителей. По-прежнему находится почти две сотни энтузиастов: студентов, аспирантов, учителей, преподавателей вузов, готовых променять спокойный выходной день на довольно нервную, хотя и очень интересную работу со школьниками. С неизменным пониманием относятся к просьбам оргкомитета Турнира ректорат МГУ, МАИ и СТАНКИНА, куда пришла бóльшая часть потока школьников и в этом году.

Оргкомитет пользуется случаем поблагодарить сотрудников и администрацию этих учебных заведений, а также всех, кто оказал свою поддержку организации и проведению Турнира: авторам вариантов, дежурным в аудиториях, членам жюри, проверявшим работы. Отдельно хотелось бы отметить личную помощь В. Г. Зарницина, особо ценную своей своевременностью и оперативностью.

Очень радостно было в этом году получить существенную помощь от людей, на чей путь в жизни существенное влияние оказало (лет 20 назад) их участие в Турнире им. Ломоносова и подобных мероприятиях.

В интернете по адресу http://www.mccme.ru/olympiads/turlom опубликованы электронные материалы турниров этого года и предыдущих лет.

[1] г. Раменское Московской области

КОНКУРС ПО МАТЕМАТИКЕ

Задачи

В скобках после номера задачи указаны классы, для которых рекомендуется задача. Решать задачи не своего класса разрешается.

1. (6–9) Может ли среднее арифметическое 35 целых чисел равняться 6,35?

2. (6–9) Петя купил «Конструктор», в котором было 100 палочек разной длины. В инструкции к «Конструктору» написано, что из любых трёх палочек «Конструктора» можно составить треугольник. Петя решил проверить это утверждение, составляя из палочек треугольники. Палочки лежат в конструкторе по возрастанию длин. Какое наименьшее число проверок (в самом плохом случае) надо сделать Пете, чтобы доказать или опровергнуть утверждение инструкции?

3. (10–11) Имеется 10 отрезков, причём известно, что длина каждого — целое число сантиметров. Два самых коротких отрезка — по сантиметру, самый длинный — 50 см. Докажите, что среди отрезков найдутся три, из которых можно составить треугольник.

4. (6–11) Из точки M внутри четырёхугольника $ABCD$ опущены перпендикуляры на стороны. Основания перпендикуляров лежат внутри сторон. Обозначим эти основания: то, которое лежит на стороне AB — через X, лежащее на стороне BC — через Y, лежащее на стороне CD — через Z, лежащее на стороне DA — через T. Известно, что $AX \geqslant XB$, $BY \geqslant YC$, $CZ \geqslant ZD$, $DT \geqslant TA$. Докажите, что вокруг четырёхугольника $ABCD$ можно описать окружность.

5. (6–11) Поверхность кубика Рубика $3 \times 3 \times 3$ состоит из 54 клеток. Какое наибольшее количество клеток можно отметить так, чтобы отмеченные клетки не имели общих вершин?

Решения задач конкурса по математике

1. *Ответ*: такого быть не может.

Предположим, что такие числа существуют. Их сумма равна среднему арифметическому этих чисел, умноженному на их количество:

$$6{,}35 \cdot 35 = 222{,}25.$$

Поскольку сумма целых чисел должна быть целым числом, получаем противоречие.

2. *Ответ*: одна проверка.

Пете достаточно проверить, можно ли составить треугольник из двух самых коротких палочек и одной самой длинной. Если треугольник не составляется, то

утверждение инструкции опровергнуто. Если же треугольник составить можно, то сумма длин двух самых коротких палочек больше длины самой длинной. Но в этом случае сумма длин двух любых палочек набора длиннее любой другой. (Действительно, сумма длин двух любых не меньше суммы длин самых коротких, а длина любой палочки не больше длины самой длинной.) А это и означает, что из любых палочек можно составить треугольник, т. е. утверждение инструкции доказано.

3. Предположим противное, что ни из каких трёх отрезков нельзя составить треугольник. Рассмотрим длины отрезков в сантиметрах по возрастанию: $l_1 = 1$, $l_2 = 1$, l_3, l_4, $\ldots$, $l_{10} = 50$. Так как из трёх самых коротких отрезков нельзя составить треугольник, то $l_3 \geqslant l_1 + l_2 = 1 + 1 = 2$. Аналогично, $l_4 \geqslant l_2 + l_3 \geqslant 1 + 2 = 3$. Далее,

$$\begin{aligned} l_5 &\geqslant 2 + 3 = 5 \\ l_6 &\geqslant 3 + 5 = 8 \\ l_7 &\geqslant 5 + 8 = 13 \\ l_8 &\geqslant 8 + 13 = 21 \\ l_9 &\geqslant 13 + 21 = 33 \\ l_{10} &\geqslant 21 + 33 = 55 \end{aligned}$$

Противоречие с условием $l_{10} = 50$ доказывает утверждение.

4. Из условия $AX \geqslant XB$ следует $AM \geqslant MB$. Действительно, в двух треугольниках AMX и BMX с общим катетом гипотенуза длиннее у того, у которого длиннее второй катет. Аналогично получаем $BM \geqslant MC$, $CM \geqslant MD$, $DM \geqslant MA$. Это возможно только если во всех четырёх неравенствах выполняется равенство: $MA = MB = MC = MD$. Значит, M — центр описанной вокруг четырёхугольника $ABCD$ окружности, что и доказывает требуемое.

5. *Ответ*: 14 клеток.

На рис. 1 показано, как отметить 7 клеток на трёх смежных гранях куба. На трёх «невидимых» гранях нужно отметить семь клеток, симметричных этим.

Докажем теперь, что больше 14 клеток требуемым образом отметить невозможно. Сделаем это двумя способами.

Первый способ. Посчитаем общее количество вершин клеток кубика Рубика. Имеются 8 вершин самого кубика, ещё по две вершины на каждом из 12 рёбер и ещё по 4 вершины на каждой из 6 граней. Итого:

$$8 + 12 \cdot 2 + 6 \cdot 4 = 56 \text{ вершин.}$$

Каждая из этих вершин принадлежит по условию не более, чем одной отмеченной клетке. Если бы отмеченных клеток было больше 14, то вершин было бы больше, чем $14 \cdot 4 = 56$, поскольку каждая клетка имеет 4 вершины. Значит, отмеченных клеток не более 14.

Второй способ. Разрежем поверхность кубика Рубика на части. Три смежные грани разрежем на 7 частей, как показано на рис. 2. Три другие грани разрежем на такие же 7 частей. Легко видеть, что любые две клетки, попавшие в одну часть имеют общую вершину. Поэтому в каждой части может находиться не более одной отмеченной клетки. Значит, всего может быть отмечено не более 14 клеток.

Рис. 1

Рис. 2

КОНКУРС ПО АСТРОНОМИИ И НАУКАМ О ЗЕМЛЕ

Вопросы и комментарии подготовил к. ф.-м. н. Андрей Михайлович Романов — главный специалист Отделения общей физики и астрономии Российской академии наук (romanov@gpad.ac.ru).

Вопросы

Из предложенных 11 вопросов по астрономии и наукам о Земле можно отвечать на **любое** количество из тех, которые Вам интересны. Для получения премии достаточно будет написать правильные ответы на любые 4 вопроса. Больше — можно. При подведении итогов будут учтены количество правильных ответов, их полнота и Ваш класс (возраст).

1. Круг Зодиака был установлен в Древнем Вавилоне около 40 веков назад, и за это время созвездия «съехали» со своих прежних мест. Почему это происходит? Где находилось Солнце во время весеннего равноденствия тогда и где теперь, в 2000 году?

2. Какое природное (астрономическое) явление могло бы подойти на роль «рождественской звезды» 2000 лет назад?

3. Сколько дней в 2000 году? А сколько дней в году может быть?

4. В среднем за 2000 лет весь свободный кислород атмосферы Земли проходит через цикл фотосинтеза. Сколько (примерно) раз на нашей планете растениями воспроизводились молекулы O_2, аналогичные тем, которыми Вы в данный момент дышите?

5. Может ли в Солнечной системе существовать 2000 планет? Могут ли планеты быть на произвольном расстоянии? Может ли измениться их порядок?

6. На звёздах обнаруживают различные химические элементы, и даже некоторые молекулы, по их тёмным спектральным линиям. Откуда возникают эти темные линии (с температурой до 2000 К)? Могут ли в звезде атомы разных химических элементов иметь разные температуры (температура поверхности Солнца — около 6000 К)?

7. Ископаемое топливо (нефть и уголь) образовались из растений и других органических остатков, которые находились, очевидно, на поверхности Земли. Почему же сейчас они лежат так глубоко (до 2000 м), а над ними нередко возвышаются известняковые горы?

8. Когда жили динозавры, на Земле было жарко и влажно, а затем было великое оледенение. Потом опять потеплело: в Европе были субтропики и жили львы, а Сахара превратилась в пустыню. В средневековье вновь было сильное похолодание (даже замерзал Нил), а сейчас говорят о глобальном потеплении. Отчего происходят такие скачки, и что нам в будущем нужнее: дублёнка или панамка?

9. Во время плавания Колумба (1492 год) стрелка компаса, которая (как всем тогда было известно) притягивается Полярной звездой, неожиданно отклонилась от своего нормального положения. Чем было вызвано это явление? На какую величину она отклонилась? А может ли стрелка компаса показывать на юг?

10. «Титаник» был на момент постройки (1912 год) самым большим пассажирским пароходом в мире и шёл на побитие рекорда по скорости. Почему столь огромные суда стали нужны? Почему капитан отклонял курс корабля к северу, хотя Нью-Йорк расположен на 10° широты южнее Лондона? Какие самые важные, на Ваш взгляд, последствия имела данная транспортная стратегия и какие суда ещё бóльших размеров Вы знаете?

11. Вам «предложили» заселить некоторую иную планету. Какие принципиально необходимые условия Вам для этого потребуются? Какие основные этапы этой работы Вы предусмотрите?

Ответы на вопросы конкурса по астрономии и наукам о Земле

Вопрос № 1. *Круг Зодиака был установлен в Древнем Вавилоне около 40 веков назад, и за это время созвездия «съехали» со своих прежних мест. Почему это происходит? Где находилось Солнце во время весеннего равноденствия тогда и где теперь, в 2000 году?*

Ответ. Точка весеннего равноденствия (начало года) смещается на один знак Зодиака примерно за 2000 лет за счёт прецессии оси вращения Земли. 40 веков назад Солнце было в созвездии Тельца, а теперь на границе Рыб и Водолея.

Комментарий. Прежде всего, целесообразно напомнить разницу между общеупотребительными знаками Зодиака и зодиакальными созвездиями. Как все помнят, существует 12 знаков Зодиака: Овен, Телец, Близнецы, Рак, Лев, Дева, Весы, Скорпион, Стрелец, Козерог, Водолей, Рыбы. Их отсчёт начинается от

условной «точки весеннего равноденствия» с Овна, и каждый из них имеет протяжённость на небе ровно по 30°. При этом хотелось бы подчеркнуть, что знаки Зодиака отображают шкалу времени и являются, если так можно выразиться, одномерными, или линейными структурами.

Зодиакальные созвездия имеют, естественно, те же имена, что и знаки Зодиака, поскольку именно они свои названия знакам и передали. Однако, первое существенное и малоизвестное отличие заключается в том, что зодиакальных созвездий в настоящее время не 12, а 13 (!). Хотя сами созвездия в человеческой культуре существуют многие тысячелетия, их современные границы, установленные в 1922 г., таковы, что часть своего пути по небу Солнце проходит по «территории» созвездия Змееносца (примерно с 26 ноября по 16 декабря). Забавно, что Солнце при этом в Змееносце «проводит» почти в три раза больше времени, чем в соседнем Скорпионе (!).

Второе существенное отличие созвездий от знаков состоит в том, что созвездия совершенно не равнозначны по размерам (протяжённости) и наличию в них ярких звёзд. Весьма немногие из них, например, Лев и Скорпион, имеют в своём составе достаточно ярких звёзд и очень красивые, легко запоминающиеся конфигурации. Большинство же зодиакальных созвездий, в отличие от созвездий в других частях неба, — наоборот, не ярки и малозаметны на небе.

Наконец, в-третьих, созвездия являются, как это следует из самого названия, конфигурацией определённых звёзд на небесной сфере, и, соответственно, структурой пространственной и двумерной, частью сферы.

Таким образом, созвездия — это реальные астрономические объекты, а знаки Зодиака — абстрактные символы, которые в природе не существуют.

Поскольку Земля вращается вокруг Солнца, то, соответственно, Солнце за год проходит полный круг на небесной сфере. Орбита Земли, к счастью, с достаточной точностью постоянна, поэтому траектория Солнца на небе, называемая эклиптикой, также имеет постоянное положение относительно звёздного неба. Она наклонена относительно полюса мира (и небесного экватора) на угол $23°26'21''.448$, поскольку именно на этот угол наклонена ось вращения Земли относительно плоскости её орбиты (средняя эклиптика). Как всем известно, наклон оси Земли является причиной смены сезонов года. Когда Солнце за первую половину года поднимается над экватором на 23° вверх, в северном полушарии Земли наступает лето, световой день имеет наибольшую продолжительность, и 22 июня наступает летнее солнцестояние. После остановки вверху Солнце за следующие полгода (т. е. полкруга по эклиптике) опускается уже под экватор на те же 23° вниз, наступает зима, и в самый короткий день 22 декабря происходит зимнее солнцестояние. Понятно, сколь существенную и даже жизненно важную роль для человечества всегда имели сезоны, определяющие все природные и сельскохозяйственные циклы и, соответственно, регламентирующие в суровом климате «не-тропиков» борьбу человека за выживание буквально «по дням». Однако достаточно рано человек понял, что дни начала того или иного сезона проще высчитывать не от солнцестояний, а от промежуточных положений Солнца, когда оно пересекает небесный экватор, и продолжительность дня и ночи выравнивается. В эти дни равноденствий скорость приращения продолжительности дня весной и убывания его осенью максимальны, и их проще

отследить и относительно звёзд и по счёту дней в году. Самым важным и благодатным временем года всегда считалась весна: период пробуждения природы от зимней спячки (т. е. «воскресение из мёртвых»), поэтому день весеннего равноденствия с эпохи неолита выбирался как начало года. На этом же «пути Солнца» происходят затмения, по нему движутся другие планеты, вокруг эклиптики лежит и «путь Луны».

С самых древних времён люди стремились выделить на небе эти четыре особые точки (равноденствия и солнцестояния). Естественным способом для этого было выделение и запоминание тех характерных групп звёзд, которые в этой области неба находились. Однако, в отличие от Медведицы, Ориона или Лебедя (созвездий вне Зодиака), где образ созвездия, его интерпретация и дальнейшая мифологизация следовали за выдающимся рисунком ярких звёзд, зодиакальные созвездия, особенно слабые, по-видимому, изначально строились, исходя из задачи «разметки» неба и года. Древнейшие человеческие сообщества имели главной целью своего существования усвоение, сохранение и передачу следующим поколениям тех знаний и навыков, которые гарантировали выживание и стабильность. Система «прото-Зодиака» была создана задолго до возникновения письменности.

Предполагается, что первоначально в качестве реперов положений Солнца были «созданы» созвездия из т. н. «круга людей». Точка весны отмечалась Близнецами, которые символизировали творение, источник рождения новой жизни, соединение мужского и женского начала, пару Адам—Ева. Лето обозначалось Девой, т. е. днём, светом, женщиной-матерью, плодоносящей природой. На всех изображениях, известных со времён неолита, Дева стоит с колосом в руках (звезда Спика = α Virgo), как символ летнего плодородия. Созвездие осени — Стрелец, т. е. охотник на коне с луком или кентавр. Его цель — Солнце, которое он поражает своей стрелой, и оно «падает» вниз, в тёмный подземный мир. Во время зимнего солнцестояния дневное светило стоит на пороге потустороннего мира, и символом умерших душ в водах загробного мира стали Рыбы, которых на небе всегда было две. Годичный цикл Солнца при этом отображает и весь жизненный цикл человека. Создание такой системы могло произойти между 6000–5000 годами до н. э., в конце неолитической революции, когда люди закончили одомашнивание растений и животных и начали обрабатывать металлы. По-видимому не случайно, что наиболее древние зодиакальные созвездия являются антропоморфными (человекоподобными) и имеют двойную (парную) структуру (брат-сестра, мать-плод, всадник-конь, мёртвые души).

Однако, достаточно давно было замечено, что точки равноденствий на фоне «неподвижных» звёзд постоянно «съезжают», так что Солнце приходит в точку весны каждый раз чуть раньше. Примерно к 4000 г. до н. э. точки равноденствий вышли за пределы «отведённых» для них зон «небесных знаков». К этому же времени древние общества разделились на «царства», в них сформировались такие профессии, как жрецы, и наступила эпоха сооружения храмов и идолопоклонства. Символом весны, возвышения Солнца и мужского плодородия стал Телец-Апис, лета и верховной власти — Лев, он же Царь, осенью Солнце-Осириса «ужалил» Скорпион (т. е. Сет), и зимой в царство мёртвых его сопровождал Водолей. В противопоставление прежнему архаичному «кругу людей»

сложился новый «круг зверей», т. е. собственно по-гречески: «Зодиак». В эту эпоху происходит формирование письменности в Шумере (ок. −2700 г.), сооружение монументальных святилищ, вавилонской башни и египетских пирамид (−3000 — −2500 гг.?).

Нетрудно понять, что такие умные, хитрые и сплочённые люди, как жрецы, взяв власть однажды, вовсе не собирались поступаться ею даже через тысячелетия, когда точки солнечных равноденствий из-за перемещения по небу к −2000 г. вновь «выехали» из установленных им границ. Были успешно подавлены антиидолопоклоннические выступления не только Авраама из Ура (патриарх, ок. −1800 г.), но и самого фараона-сонлцепоклонника Аменхотепа 4 (Эхнатон, ок. −1400 г.).

Можно предположить, что в то время ещё не всё небо и не вся эклиптика были плотно «застроены» созвездиями, т. е. Зодиак не был полным кругом. По-видимому, можно даже предположить, что ранее существовавший Зодиак из кругов людей и зверей «достроили» поначалу только одним дополнительным созвездием. В имеющееся свободное пространство на небе между Тельцом и Рыбами, исходя из особенностей животноводства того времени и нюансов развернувшейся идеологической борьбы, «встроили» барана под именем «Овен» и назначили его начальником года, что соответствовало реалиям астрономии. Авраам: «Бог усмотрит Себе ягнёнка для всесожжения». Реально первая смена общемировых религий и переход к единобожию смогли произойти только в период −1300 — −800 гг. после пропаганды Моисея, исхода из Египта и создания самостоятельного иудейского государства. Иными словами, на земле Овен сменил Тельца спустя почти 1000 лет после того, как это произошло на «небесном посту № 1».

Наличие 9 зодиакальных созвездий достаточно скоро было признано неудобным, и существовавшее издревле деление эклиптики на четыре сезона было переведено на 12 месяцев. Для этого, помимо Овна, на имевшуюся летнюю вакансию между Близнецами и Львом был встроен неприятный Рак, а на зимнюю — некто козлообразный с рыбьим хвостом (для благообразия названный Козерогом). Не исключено, что помимо создания новых созвездий, в целях «упорядочивания» было произведено и некоторое сокращение прежних мелких созвездий в зоне эклиптики. Особо жуткая история приключилась с точкой осени: **Скорпиону оторвали клешни!**

Первоначально Скорпион на небе протягивал свои клешни почти до ног Девы, и точка осеннего равноденствия по-прежнему находилась в его «ведении». Однако, когда для каждого солнечного месяца нужно было выделить своё, отдельное созвездие, которых должно было быть уже 12, Скорпиона пришлось «разъять» и выделить его клешни в самостоятельное «зодиакальное» созвездие. По-видимому, на протяжении многих веков в разных источниках это созвездие имело два параллельных названия. Птолемей, ссылаясь на Гиппарха, во 2 веке н. э. всё ещё именует его «Клешнями», а у египетских астрономов уже в 3 веке до н. э появилось созвездие Весов, очень похожее на прибор для взвешивания душ на суде Осириса. Последующие легенды гласят, что окончательно созвездие стало именоваться Весами в честь справедливости и правосудия императора Августа (уже в рамках единой империи).

Здесь уместно ещё раз напомнить, что все «вновь подстроенные» созвездия очень слабы и, пользуясь словами первоисточника, «безвидны». В результате «втискивания» их между уже ранее существовавшими яркими, традиционными созвездиями, они довольствуются минимальной площадью на небесной сфере, и если так можно выразиться, «поджаты».

Тем не менее, с тех пор и поныне зодиакальные созвездия отражают каждый месяц из годового цикла движения Солнца по небу. Законченная система 12 зодиакальных созвездий в Вавилоне известна около −420 г., в Египте наиболее совершенным памятником такого рода является купол, отображающий все созвездия северного неба (т. н. Дендерский зодиак). Впоследствии Зодиак перешёл к грекам (где и получил своё современное название) и сохранился до сего дня.

Спустя ещё примерно 2000 лет, когда процесс «убегания» точек равноденствия из положенных мест вновь повторился, столь сложных проблем уже не возникло. Точки легли на самые древние, широкие и известные зодиакальные созвездия, хотя и в другом порядке: весна — Рыбы, лето — Близнецы, осень — Дева, зима — Стрелец. С учётом накопленного административного и организационного опыта формирование новой мировой религии (христианства) на рубеже нашей эры прошло, что называется «по писаному», а Рыбы стали символом раннего христианства. Сейчас на дворе 2000 г. от Рождества Христова, и относительно скоро точка весеннего равноденствия вновь сменит свой «адрес» на небе, и наступит т. н. «Эпоха Водолея». Не исключено, что эта астрономическая процедура может иметь забавные общечеловеческие следствия.

История открытий и «переоткрытий» прецессии — одна из наиболее необычных и интересных в астрономии. Все сохранившиеся до настоящих дней первобытные каменные обсерватории были построены и ориентированы по сторонам света именно для наблюдений за движением Солнца и Луны и определения дня равноденствия. Наиболее известный памятник такого рода — Стоунхендж (Солсбери, Великобритания), построенный в несколько этапов в период с 2000 по 1500 гг. до н. э. По-видимому, он является одним из наиболее поздних и совершенных памятников такого рода. В Евразии в целом, и в нашей стране имеются десятки подобных культово-календарных археоастрономических объектов. Строительство вавилонской башни (зиккурат[1] в Уре, 3 тысячелетие до н. э.) и египетских пирамид также имело культово-календарное значение. Перемещение точек равноденствий по созвездиям фиксировалось жрецами Вавилона и Египта, и проводимые ими длительные, многовековые астрономические наблюдения позволили установить, что один знак Зодиака точки равноденствия проходят примерно за 2140 лет.

Сейчас это явление известно под названием лунно-солнечной прецессии, и состоит оно в том, что точки равноденствий перемещаются по эклиптике навстречу движению Солнца со скоростью $50''.3879$ в год. Возвращаясь к формулировке самого вопроса, нетрудно подсчитать, что за 40 веков существования Зодиака равноденствия (и созвездия Зодиака с ними) «съехали» почти на 56° (!).

Первое «документированное» упоминание об открытии прецессии содержится в книге Птолемея «Альмагест» (ок. 140 г. н. э.) и приписывается знаменитому

[1] культовое сооружение

греческому астроному-наблюдателю Гиппарху (125 г. до н. э.). Гиппарх, сравнивая наблюдения положений звёзд с ранними греческими наблюдателями за период 265 лет, обнаружил, что: «равноденственные и солнцеворотные точки передвигаются против последовательности знаков зодиака не менее, чем на одну сотую часть градуса в год...».

Впервые Коперник объяснил прецессию, как следствие движения оси вращения Земли в пространстве, а правильную физическую интерпретацию этого явления дал И. Ньютон в 1687 г. Она состоит в том, что форма Земли не точная сфера, а в первом приближении — эллипсоид вращения. Это можно представить таким образом, что на сферическую Землю «надет» дополнительный экваториальный пояс толщиной 21,385 км. Солнце и Луна своими силами притяжения воздействуют на эти внесферические массы. А поскольку они движутся не в плоскости экватора Земли, а по эклиптике и орбите Луны, соответственно, то их притяжение, смещённое от оси вращения Земли, стремится «выровнять» эту ось относительно себя. Как известно из механики, внешние силы, действующие на волчок (гироскоп), заставляют его поворачивать собственную ось вращения относительно направления действия силы. Так и Земля, подобно детской юле, поворачивает под действием Солнца и Луны свою ось вращения в пространстве вокруг полюса эклиптики «по конусу». Наклон оси при этом остаётся почти постоянным (около $23°$), а период прецессии (поворота оси) составляет 25784 года.

Между звёзд ось Земли движется по кругу с радиусом $23°$ со скоростью около 0,5 градуса за 100 лет, и та или иная звезда, по мере приближения к ней полюса мира, становится «Полярной звездой». В Древнем Египте (5000 лет назад) «Полярной» была звезда α Дракона, в начале нашей эры ярких звёзд у полюса мира вообще не было. В современную эпоху (J2001.5) звезда α Ursa Minor (видимая звёздная величина $\mathrm{m} = 2{,}02$) имеет склонение $\delta = +89°16'14''.33$ и отстоит от полюса мира на величину $43'45''.67$. Соответственно, в течении суток она описывает вокруг полюса круг, который почти в 3 раза больше видимого размера Солнца или Луны. Через 2000 лет «Полярной» звездой станет γ Цефея, а через 12000 лет — Вега (α Lyr). Поворот оси вращения Земли вызывает также и поворот плоскости земного экватора, и его проекции — небесного экватора. Соответственно, точки пересечения экватора с эклиптикой (т. е. точки равноденствий) «бегут» по эклиптике, а сам Зодиак постоянно «съезжает» со скоростью прецессии.

Многие участники Турнира относили смещение созвездий за счёт эффекта вращения нашей Галактики. Действительно, мы живём в гигантской (около 200 млрд. звёзд) системе, достаточно плоской и видимой на ночном небе в качестве Млечного пути (взгляд «изнутри»). Галактика вращается дифференцированно для разных подсистем, и там, где в плоскости Галактики находится наше Солнце, на расстоянии 10 кпк от центра, скорость вращения её плоской части составляет около 250 км/с. Полный период обращения Солнца вокруг центра Галактики составит около 240 млн. лет, а за 40 веков оно пройдёт около одной стотысячной части круга, или $0°.005$. Относительно полная ясность с кинематикой Галактики в целом наступила лишь к 30-м годам 20 века, а первое предположение о движении Солнечной системы в пространстве высказал Брадлей в 1742 г.

Следующий момент, относящийся к вариантам ответов на данный вопрос, можно привести в формулировке Игоря Покровского: «Движение звёзд вызывает не только перемещение созвездий, но и изменение их видимой формы». Действительно, впервые эффект, называемый собственным движением звёзд, был открыт Э. Галлеем в 1718 г. на основе сопоставления координат Сириуса, Альдебарана и Арктура с наблюдениями древнегреческих астрономов. Очевидно, что все звёзды, будучи незакреплёнными в пространстве, движутся. Например, собственная скорость Солнца относительно массива ближайших звёзд составляет 19,7 км/с. Движение звёзд в пространстве отражается на небе в виде их угловых перемещений, которые для ближайших звёзд составляют 1–4 сек. дуги в год. Рекордсменом является т. н. «летящая звезда Барнарда», которая смещается за год на $10''.3$. Нетрудно подсчитать, что за 40 веков она сместится на $11°$. Таким образом, за времена порядка 10 000 лет видимая форма многих созвездий, действительно, может заметно измениться. Тем не менее, для объяснения смещения Зодиака вращение Галактики и собственные движения звёзд явно недостаточны.

Интересно посмотреть, когда же именно «эпоха Водолея» наступит. Точка весеннего равноденствия ($\alpha = 00^{\mathrm{h}}\ 00^{\mathrm{m}}$) сейчас (J2000.0) находится почти на краю созвездия Рыб; современная граница между Рыбами и Водолеем проходит по линии прямого восхождения ($\alpha = 23^{\mathrm{h}}\ 28^{\mathrm{m}}$). Таким образом, до границы Водолея точке равноденствия по эклиптике нужно пройти около $08°20'$, на что потребуется 595 лет. Точка осеннего равноденствия ($\alpha = 12^{\mathrm{h}}\ 00^{\mathrm{m}}$) находится на краю созвездия Девы и до границы со Львом ($\alpha = 11^{\mathrm{h}}\ 37{,}5^{\mathrm{m}}$) ей остаётся ещё меньше, — всего $06°00'$. Осеннее равноденствие уже через 429 лет станет «львиным».

Интересно также упомянуть, что все особенности Зодиака, обсуждавшиеся выше, имеют место только в индоевропейских культурах и цивилизациях, базирующихся на египетских и вавилонских солнечных календарях. Например, древнекитайское небо не имеет зодиакальных созвездий, а содержит 29 «стоянок Луны», отмеченных характерными звёздами, и формирует лунный календарь. Отсутствует Зодиак и в древних американских цивилизациях.

Типичные ошибки:

— Собственные движения звёзд.
— Вращение Галактики.
— Вселенная постоянно расширяется.

Нетривиальные версии:

— Звёзды движутся под действием физических сил между планетами.
— Одни звёзды могут оказаться заслонёнными другими звёздами или планетами.
— Звёзды, составляющие созвездия, часто находятся в разных галактиках, поэтому вращаются вокруг разных центров и неизбежно «съезжают».
— За 4000 лет созвездия прошли в космическом пространстве огромные расстояния.
— А звёзды движутся по спирали в какую-то из сторон Вселенной.
— Солнце переместилось по рукаву нашей Галактики дальше от центра её.

— Не только Земля движется вокруг Солнца, но и Солнце вокруг центра Галактики, а Галактика вокруг центра Вселенной.
— Созвездия «съехали» со своих мест из-за притяжения других созвездий.
— Со временем звёзды гаснут, на их месте зажигаются другие.
— Ничто в мире не вечно, и звёзды тоже не исключение.
— В то время календари были менее точные, чем сейчас.
— Центробежная сила сдвинула плиту, на которой был круг зодиака.
— Материковые платформы немного, но сдвигаются, а людям кажется, что это звёзды «съехали» со своих мест.
— Тогда по мнению учёных Солнце было не в середине солнечной системы, а в середине была Земля.
— Солнце находилось над Африкой.
— Солнце находилось над Южной Америкой.
— Сейчас в день весеннего равноденствия Солнце стоит над нами в зените.

Критерии оценок:
Перечислены зодиакальные созвездия — 1;
Точка весеннего равноденствия — 1;
Понятие прецессии — 3;
Скорость прецессии — 1;
Движение оси мира — 1;
Смена зодиакальных эпох — 1;
Итого баллов — 8.

Вопрос № 2. *Какое природное (астрономическое) явление могло бы подойти на роль «рождественской звезды» 2000 лет назад?*

Ответ. Рождественской звездой могла быть комета, или соединение планет, или сверхновая звезда.

Комментарий. От Матфея: «(2.1): пришли в Иерусалим волхвы с востока, и говорят: (2.2) мы видели звезду Его на востоке и пришли поклониться Ему: (2.7) Ирод, тайно призвав волхвов, выведал от них время появления звезды: (2.9) звезда, которую видели они на востоке, шла перед ними, как наконец пришла и остановилась над местом, где был Младенец. . . ». Если предположить, что вся информация из Евангелия действительно каким-то образом отражает реально происходившие явления, то какие же логические предположения относительно этого события или феномена можно сделать, исходя из здравого смысла?

Относительно самих «волхвов» нет чёткого указания, кто же они такие. По-видимому, это были либо астрологи-гадатели, либо (по редакции Евангелия от Луки) просто пастухи. В любом случае это должны были быть люди, профессионально занимающиеся наблюдениями звёздного неба и прекрасно ориентирующиеся по нему, иначе бы они «по звезде» никогда бы не вышли в заданный квартал г. Вифлеема. Прибыли они «с Востока», что предполагает их приход в Палестину из междуречья Месопотамии, где астрономическая наука в древние времена была существенно более продвинутой, нежели в других местах.

Относительно «путеводной звезды» имеющаяся информация также позволяет сделать ряд выводов.

Во-первых, объект «звезда» должен быть достаточно ярким, чтобы быть чётко отождествляемым невооружённым глазом даже в условиях сумерек. Это означает, что в качестве нижней границы его яркости можно принять яркость Венеры (звёздная величина -4^{m}), а верхней — молодой Луны (около -10^{m}). Более яркий небесный объект, например, как полная Луна (величина -13^{m}) менее вероятен, так как привлёк бы к себе поголовное внимание, преждевременные и ненужные толки, и наверняка бы остался зафиксированным в тех или иных исторических документах.

Во-вторых, объект был достаточно компактным, иначе его квалифицировали бы не как «звезду», а как зарево, луч, облако или ещё что-нибудь в этом роде. Термин «звезда» ограничивает его видимые размеры диском Луны (0,5 градуса).

В третьих, время существования данного объекта должно быть достаточно продолжительным, иначе он не выполнит свою сигнально-путеводную функцию для волхвов. Разумно предположить, с учётом скорости передвижения и общественных реакций в ту эпоху, что «звезда» была наблюдаема в течение не менее месяца и не более года.

В-четвёртых, весьма желательно организовать перемещение «звезды» по небу в нужном направлении, не слишком медленно, чтобы оно было замечено специалистами-профессионалами, но и не слишком быстро. Скажем, одно созвездие за один-два месяца нас и волхвов вполне бы устроило. Это существенно меньше, чем скорость перемещения по небу Луны (около 12 град/день) и примерно соответствует скорости движения по небу Солнца (1 град/день) и планет.

В-пятых, объект, наблюдаемый одновременно из нескольких царств, пусть даже и столь карликовых, как Иудея в то время, должен находиться на расстоянии не ближе 300–500 км, т. е. заведомо за пределами атмосферы Земли.

Наконец, в-шестых, желательно, чтобы объект «звезда Рождества» обладал бы тем ценным свойством, что сразу после выполнения своей миссии он бы исчез, не оставляя при этом никаких явных следов ни на земле, ни на небе.

Из возможных претендентов на роль рождественской звезды мы можем, по-видимому, сразу отсечь все атмосферные явления, будь то радуга, шаровая молния, или свечение газов. Также не подходят метеоры, т. е. космические пылинки, сгорающие в верхней атмосфере, ввиду их «мимолётности». По причине быстроты движения могут быть отвергнуты все низкоорбитальные спутники Земли и космические станции, столь красиво смотрящиеся на современном ночном небе (и которых в ту эпоху, по-видимому, ещё не было). Едва ли это была планета Венера, просто потому, что её свечение в виде «утренней» или «вечерней» звезды столь регулярно и обычно, что никем бы не было воспринято в качестве какого-либо сигнала. Более того, древние майя и инки вели регулярный календарь, согласованный с фазами Венеры.

Принципиально важно, чтобы в Рождество ничего не падало с неба вниз. Как написал один юный участник Турнира, рождественская звезда — это комета, которая появилась у Земли, чтобы показать место рождения младенца Христа, и которая прилетела прямо к нему в колыбель. Одна такая комета, весело помахивая хвостом, к нам уже прилетала. Это случилось в 1908 г., прилетел маленький фрагмент (осколок) кометы Энке, и все это теперь известно под названием

«Тунгусская катастрофа». При этом тайгу в Сибири повалило на многие десятки километров, а ударная волна несколько раз обогнула земной шар. Впечатляющим зрелищем было падение фрагментов кометы Шумейкера—Леви–9 на Юпитер 16–22 июля 1994 г. Энергия взрывов оценена в 6 миллионов водородных бомб по 1 мегатонне каждая (хорошо, что Юпитер при этом был от нас дальше, чем Вифлеем). В качестве ещё одного наглядного примера последствий падений из космоса можно привести метеоритный кратер в Аризоне (диаметр 1240 м). Даже падение самых обычных метеоритов (средний вес которых составляет 3–15 кг) для младенца нежелательно, а в других местах замечено при этом не будет.

Первым серьёзным претендентом является взрыв сверхновой звезды. С астрофизической точки зрения это событие происходит на поздних стадиях эволюции массивных звёзд. После завершения этапа горения гелия в звезде образуется углеродно-кислородное ядро, которое затем, в зависимости от массы звезды и конкретного сценария эволюции, претерпевает гравитационный коллапс или термоядерный взрыв, за счёт которого сбрасывается большая часть первоначальной массы звезды. К классу сверхновых относятся вспышки звёзд с потоком излучения, превышающим 10^{41} эрг/с, и суммарной энергией в оболочке до 10^{51} эрг. Скорость расширения оболочки достигает 14000 км/с. Блеск звезды за 10–15 суток увеличивается в миллионы и миллиарды раз, иногда превосходя суммарную светимость всей родительской галактики. После 20–30 дней максимума наступает плавное уменьшение яркости звезды, так что общая длительность инструментального наблюдения сверхновых может достигать почти года. После взрыва на месте прежней звезды остается нейтронная звезда в центре и расширяющаяся оболочка вокруг неё. В нашей Галактике обнаружено более сотни таких остатков сверхновых. Самым известным из них является Крабовидная туманность в созвездии Тельца, в центре которой находится пульсар. Как было установлено, соответствующая ей вспышка произошла в 1054 г. и была описана в китайских хрониках, как «звезда-гостья». Всего в нашей Галактике за последние 1000 лет произошло 6 таких событий. Два из них непосредственно наблюдались Тихо Браге в 1582 г. и Иоганном Кеплером в 1604 г. Их видимая яркость была сопоставима с Венерой. Удивительно, однако, что последняя вспышка около 1658 г., породившая ярчайший радиоисточник Кассиопея А, не была зафиксирована астрономами того времени.

Сверхновые звёзды хорошо использовать в качестве сигнала об исключительно важном событии ещё и потому, что они имеют действительно вселенское значение. Только в процессе взрывов сверхновых формируются все химические элементы с массой больше Fe (железа)[1], и обогащённая тяжёлыми элементами газовая смесь выбрасывается в космос. Благодаря сверхновым образуется исходный материал для последующего создания любых планет и их обитателей. К сожалению, среди известных сейчас остатков мы не можем указать «достойного кандидата» на момент начала н. э. (Рождества Христова).

Следующим возможным претендентом на роль «Вифлеемской звезды» является т. н. «парад планет», т. е. сближение на небе нескольких ярких планет. Действительно, в 7 г. до н. э. в созвездии Рыб произошло тройное соединение

[1] имеются ввиду химические элементы с атомным номером, большим, чем у железа (26)

Юпитера и Сатурна, таким образом, что их петли попятного движения по небу расположились очень близко, практически друг над другом. В течении всего этого года Юпитер и Сатурн (кстати, две наиболее яркие планеты, после Венеры) двигались почти синхронно на расстоянии не более 1,5 градусов на небе. При этом трижды: 29 мая, 29 сентября и 04 декабря 7 года до н. э., — они сближались почти на угловой размер Луны (1/2 градуса), демонстрируя соединение в противостоянии. Выглядеть всё это должно было действительно шикарно.

Все эти явления совпали по времени со значительным «брожением умов» в Палестине между первой и второй Иудейскими войнами. Иудеи, находясь в состоянии оккупации Римской империей, уже много лет в соответствии с предсказаниями Ветхого завета ждали прихода мессии-освободителя. При этом Сатурн считался «звездой иудеев», а Юпитер, по поверьям, приносит счастье. К тому же, эта впечатляющая небесная картина разворачивалась в Рыбах, т. е. непосредственно рядом с точкой весеннего равноденствия, да ещё и в эпоху её «исхода» из созвездия Овна (см. вопрос №1, стр. 1120). Так что вовсе не исключено, что «небесный танец» двух «высочайших» планет (а Юпитер и Сатурн по представлениям той эпохи были крайними и последними планетами мироздания) действительно мог вызвать весьма широкие общественные обсуждения и религиозные толкования. Кстати, весь период тройного соединения не только предоставляет волхвам время, необходимое для их миссии, но и хорошо согласуется с интервалом между Благовещением и Рождеством.

Определённым недостатком парада планет является то обстоятельство, что это явление общее для всей Земли и не способно служить указателем ни на конкретный регион земного шара, ни на конкретный город, ни уж тем более на конкретный хлев.

Традиционным исполнителем данной роли «звезды» считается комета. Наиболее известной иллюстрацией на эту тему является знаменитая фреска Джотто «Поклонение волхвов»(1305 г.) в часовне Арена в Падуе, на которой натурой для Вифлеемской звезды послужила не менее знаменитая комета Галлея в свой приход к Земле в 1301 г.

Кометы, как известно, — это малые тела Солнечной системы (размер ядра кометы Галлея — 11 км), состоящие из замёрзших газов и пыли и движущиеся по очень вытянутым орбитам. Будучи совершенно незаметны в обычный период своего существования, при приближении к Солнцу они начинают испаряться, сильно «вырастают» в размерах и яркости и при прохождении близко от Земли представляют собой фантастическое зрелище «хвостатой» или «косматой» звезды (coma = волосы, comma = запятая). Неожиданно для многих они появляются на небе, разгораясь, пролетают заметный путь на фоне звёзд, и через неделю или месяц-другой вновь скрываются в глубинах космоса. Как написал в своей работе Александр Алексеев: «Это легко установить, проверив записи астрономов того времени в других точках Земли, комета должна была быть видима и в других местах». Это верно, но, к сожалению, по сравнению с Древней Грецией или Вавилоном, данная эпоха отличается значительно более низкой наблюдательной культурой и отсутствием письменных астрономических источников.

Хвост кометы при этом может служить почти идеальной стрелкой — указателем направления. В принципе, можно даже так подгадать траекторию движения

кометы и момент её «запуска», чтобы на начальном этапе она была видна на западной половине неба и «вела» волхвов с востока в Иерусалим, затем, после их беседы с Иродом, перешла бы на восточную сторону и повела их обратным курсом на Вифлеем, а в момент, когда волхвы бы подошли к нужному месту, вошла бы в соединение с Солнцем и исчезла. В любом случае комета (непериодическая) очень хорошо выполняет 6-е требование к «рождественской звезде»: после околоземного пролёта она или исчезает в глубинах космоса, или падает на Солнце, не оставляя после себя следов. Соответственно, и проверить данное предположение также не представляется возможным.

Во всяком случае, полного соответствия всем требуемым по тексту Евангелия наблюдательным параметрам ни один из возможных астрономических объектов не обеспечивает. Это означает либо неточность, допущенную в тексте при его написании и последующем редактировании, либо отсутствие самого события.

Наиболее простым решением данной проблемы с точки зрения современных технологий представляется развёртывание в заданное время в одной из точек либрации большого направленного солнечного отражателя, аналогичного российскому космическому проекту «Знамя». К счастью, службы наблюдения за космическим пространством до настоящего времени не обнаружили каких-либо объектов искусственного происхождения, могущих иметь столь длительное время своего прежнего существования, как 2000 лет.

Типичные ошибки:
— Извержение вулкана.
— Взрыв газа в атмосфере.
— Шаровая молния.
— Падение кометы, метеорита.
— Обыкновенная Венера.
— Яркая вспышка на Солнце.
— Неопознанный летающий объект.

Нетривиальные версии:
— Зажглась новая звезда, и люди приняли ее за Божий знак.
— Это событие хорошо подходит как символ нового тысячелетия.
— Люди тогда были необразованные и суеверные.
— Звёздный дождь.
— Скопление космической пыли.
— Могла бы подойти пятиконечная звезда.
— Солнечное затмение — это Варфоломейская звезда.
— Т. к. волхвы шли в Вифлеем пешком, следовательно они могли двигаться примерно с одинаковой скоростью с кометой.
— Взрыв звезды за x лет до Рождества, где x — расстояние до неё в световых годах.
— Звезда стала пульсировать и тем самым привлекала больше внимания.
— Очень много легенд и мифов связано со звездой Сириус. Эта звезда чем-то напоминала крест по внешнему виду.
— Прибытие инопланетян.

Критерии оценок:
Описание рождественской звезды — 1;
Комета — 1;
Соединение (парад) планет — 1;
Сверхновая — 1;
Итого баллов — 4.

Вопрос № 3. *Сколько дней в 2000 году? А сколько дней в году может быть?*
Ответ. В каждом году 365,24218993 суток, в 2000 г. (календарном) 366 дней, а может быть: 184, 281, 352, 355, 360, 365, 366, 455, 487 дней и т. д. (см. комментарий).
Комментарий. Кто бы мог подумать, что вопрос № 3 абсолютным большинством участников Турнира будет воспринят, как тривиальный! Почти все ограничились написанием одной только цифры «366», и все. А вопросик-то на первый взгляд простенький, да каверзный! Цифра «2000» присутствует в большинстве вопросов по астрономии по существу, но как раз здесь — как отвлекающая. Главная часть вопроса — вторая. Бойтесь простых вопросов!

Все рассуждения о том, что обычно в году 365 дней, но раз в 4 года случается високосный, имеющий 29 февраля, имели значимость только для учащихся до 6 класса включительно, которые получали за это 1 балл. Для 7 класса и старше это считалось самоочевидным, и первый балл участники получали в случае, если указывали, что истинная продолжительность года составляет примерно 365 с четвертью суток.

Никто (!) не написал при этом очевиднейшую вещь, а именно: пример того, когда (а точнее, где) в году всего один день (специально подсказывать не буду — сами догадаетесь!).

Итак, что же такое 2000 год? В астрономии для планеты Земля существуют и используются следующие годовые интервалы:

Название года	Продолжительность	Интервал времени между:
Календарный григорианский	366 суток ровно (високосный)	1 января данного и 1 января следующего григорианского года
Календарный юлианский (он же церковный)	366 суток ровно (високосный)	1 января данного и 1 января следующего юлианского года
Тропический	365,24218993 . . .	равноденствиями
Сидерический	365,25636331 . . .	относит. неподвижных звёзд
Аномалистический	365,25963535 . . .	прохождениями через перигелий
Драконический	346,620031 . . .	циклами затмений

При ответе на вторую (и основную) часть вопроса каких только чисел не называли! От 334 до 386 дней !! Правильные ответы с точки зрения календаря такие: 184, 281, 352, 355, 360, 365, 366, 455, 487 дней.

Все эти «календарные казусы» происходят по одной простой причине: длительность оборота Земли вокруг своей оси (сутки) и длительность её оборота

вокруг Солнца (год) никаким образом не совпадают и не соотносятся между собой. Продолжительность тропического года (т. е. интервала времени от равноденствия до равноденствия) составляет 31556925,9747... секунд, причём с течением времени это число изменяется примерно на 0,5 секунды за столетие. В пересчёте на средние солнечные сутки это составляет 365,24218993... суток (или 365 дней 05 часов 48 минут 45,9747... секунд). Создание системы, которая бы считала дни в году с минимальными отклонениями от реального движения Земли, и есть проблема календаря, которая на протяжении многих тысячелетий по-разному решалась разными народами и цивилизациями. К сожалению, оптимального и вполне точного календаря мы не имеем до сих пор. Кроме этого, при любой из календарных реформ неизбежно изменяется продолжительность данного года.

В Древнем Египте действовал календарь из **360** дней. 36 отрезков времени по 10 дней (т. н. «деканы») посвящались мелким местным богам. Когда боги объединялись «по трое», получался месяц в 30 дней. К этой календарной системе добавлялись ещё 5 «внекалендарных» дней, посвящённые главным богам Египта, и в итоге получался период в **365** дней. Этот официальный цикл, естественно, ежегодно отставал от истинного года на $\frac{1}{4}$ дня. В итоге, жрецы праздновали официальные праздники в одно время, а крестьяне занимались своим делом совсем даже в другое. За период продолжительностью в 1461 год официальный календарь совершал полный оборот (т. н. «цикл Сотис») и вновь совпадал с сезонами года.

Алексей Федорцов совершенно справедливо замечает, что существуют также и лунные календари, в которых число дней в году заведомо другое. Действительно, поскольку в любом лунном календаре число месяцев разное, то, например, еврейский лунно-солнечный календарь в пределах 19-детнего цикла имеет года продолжительностью в 353, 354, 355, 383, 384, 385 дней.

Во времена республики Древний Рим также пользовался лунным календарём, и в результате путаницы накопившаяся ошибка относительно солнечного календаря достигала 80 суток. Как сказал Вольтер: «Римские полководцы всегда побеждали, но никогда не знали, в какой день это случалось». В 46 г. до н. э. в рамках реформы календаря Юлия Цезаря, которую проводил астроном Созиген из Александрии, начало года в общегражданском календаре было перенесено на 1 января. При этом дата начала года существенно переместилась из-за перекройки всей системы месяцев (исчез переменный месяц марцедоний, изменилась продолжительность февраля и других месяцев), а сам 46 г. до н. э. имел 15 месяцев и продолжался 455 (!) дней. Тогда же было введено понятие високосного года с добавлением 1 дня в феврале. Как удачно сказал один юный участник Турнира: «Земля четыре круга проходит за $365\frac{1}{4}+365\frac{1}{4}+365\frac{1}{4}+365\frac{1}{4}$, а человек считает $365+365+365+\mathbf{366}$». Юлианский год имеет продолжительность 365,25 суток, что превышает длительность истинного года на 11 минут и 14,79 секунды.

В 1582 г. (4 октября) папа Григорий 13 своей буллой ввёл новый календарь. Его истинными авторами были математик Лиуджи Лилио Гаралли из г. Перуджи и астроном Петрус Пилат из г. Вероны. После четверга 4 октября наступила пятница 15 октября, при этом произошла подвижка календаря на 10 дней вперёд без смены счёта дней в неделе, 1582 год сократился до 355 дней, а религиоз-

ные праздники благодаря этому вновь вернулись на прежние места: Пасха — к весеннему равноденствию, а Рождество — к зимнему солнцестоянию.

Формулу григорианского календаря можно представить в виде трёх правил. Если номер года делится на 4, то он — високосный (аналогично юлианскому календарю добавляется 29 февраля); если делится на 100 — невисокосный; а если делится на 400, то вновь високосный. Таким образом, григорианский цикл имеет 97 високосных годов за 400 лет, и продолжительность григорианского года — 365,2425 суток. Отличие от истинной продолжительности года составляет всего 26,79 секунд.

2000 г. является исключительным в истории человечества (вместе с 1600 г.), поскольку только в эти два года все три правила григорианского календаря действовали. Тем не менее, в 1622 г. Папская канцелярия вновь перенесла точку начала отсчёта года с 25 марта (как было) на 1 января (как теперь), сократив тем самым этот год до 281 дня.

Но всё же оба мировых рекорда длительности календарного года, как минимальной, так и максимальной продолжительности, — в России! Знай наших!!

На Руси до 10 века год начинался с новолуния после дня весеннего равноденствия, а затем после крещения Руси князем Владимиром Святославовичем в 988 г. начало года стали считать от 1 марта. В 7000 г. «от сотворения мира» (1492 г.) в качестве общегражданского ввели церковный «византийский» календарь и начало года стали отсчитывать с 1 сентября. Отрезок времени от «старого» нового года до «нового» нового года при этом составил всего **184** дня. Далее, 20 декабря 7207 г. (1699 г.) вышел указ Петра 1 о переносе даты нового года на 1 января, но не григорианского, а опять-таки юлианского календаря. Это случилось потому, что протестантская Голландия (на которую Пётр равнялся) в то время «в пику» папе тоже всё ещё жила «по-старому», юлианскому календарю. Из-за петровской реформы год 7207-й в России продолжался **487 (!!)** дней.

И хотя голландцы и всё остальные европейцы быстро одумались, нам потребовалось ещё два века и Декрет Совета народных комиссаров от 24 января 1918 г., чтобы РСФСР и Финляндия тоже перешли на «григорианский» календарь (новый стиль). При этом мы потеряли уже 13 дней, т. к. после 31 января наступило 14 февраля, а всего в «нашем» 1918 г. было 352 дня. Из-за этого, кстати, годовщины Октябрьской революции у нас всегда отмечались в ноябре, а Февральской — в марте; сначала мы празднуем Новый год (т. е. обрезание И. Христа), а только 7 дней спустя — его Рождество.

Видимо, по тем же причинам, что и Голландия в 17 веке, РПЦ до сих пор использует юлианский календарь (формально Юлий Цезарь исполнял должность самого «Верховного Бога», а папа — нет, по рангу он всего лишь «наместник»). А кроме того, у нас есть самый любимый истинно «народный» праздник, который для других наций и вовсе немыслим — это Старый Новый год.

Интересным аспектом вопроса о числе дней в году является зависимость количества дней от геологических эпох нашей планеты. Например, Елена Трепалина в своей работе замечает: «Когда-то давно, когда Земля была ближе к Солнцу, год был короче». Несмотря на большую сложность вопроса об устойчивости нашей планетной системы в целом (см. вопрос № 5, стр. 1139), мы можем с ин-

тересующей нас сейчас точностью считать, что за период эволюции Земли, как планетного тела (т. е. 3,5–4,5 млрд. лет), её расстояние от Солнца существенно не менялось. Соответственно, не изменялся существенно и период обращения Земли, т. е. год. Однако, за счёт притяжения Луны за это время существенно изменился период вращения Земли вокруг своей оси, т. е. продолжительность суток. Лунные приливы играют роль «тормоза» для Земли, поэтому длительность суток постоянно возрастает, а их число в году — уменьшается. Если сейчас в году 365,25 суток, то при расцвете млекопитающих (палеоцен, 67 млн. лет) в году был 371 день, при динозаврах (юра, 180 млн. лет) — 381 день, при хвойных растениях (пермь, 275 млн. лет) — 390 дней, при выходе животных на сушу (девон, 400 млн. лет) — 400 дней, а при переходе к морским беспозвоночным (кембрий, 600 млн. лет) — до 424 дней. Эти данные были получены из анализа линий роста кораллов и по другим годичным и суточным циклам. Интересно также, что в древние эпохи и синодический месяц (т. е. период фаз Луны) также был короче, т. е. Луна находилась ближе к Земле и вращалась вокруг неё быстрее.

Всего несколько участников Турнира догадались, что формулировка вопроса № 3 предполагает подсчёт числа дней в году и на других планетах тоже. Здесь есть значительное разнообразие возможностей.

Ближние к Солнцу планеты из-за приливных эффектов находятся в т. н. «гравитационных резонансах». Например, Меркурий делает ровно три оборота вокруг своей оси за два меркурианских года, соответственно, на Меркурии в году **1,5** меркурианских дня. Венера за 5 венерианских суток (длительностью 116,78 земных суток) совершает ровно один синодический период 583,92 суток, т. е. проходит интервал между её максимальными сближениями с Землёй в нижнем соединении. Поскольку венерианский год длится всего 224,701 земных суток, то на Венере в году уже несколько больше — 1,92 венерианских дня. Забавно, что Венера при этом вращается относительно орбиты и других планет в обратную сторону, Солнце на ней восходит на венерианском западе, и формально можно считать, что число дней в году на Венере отрицательное: (**–1,92** дня). Марс в этом смысле подобен Земле, на нём продолжительность дня 1,026 от земного, и в году там 669,6 дня.

Но уж зато на планетах-гигантах дней в году предостаточно. Все они вращаются очень быстро (экваториальный период около 10 часов), а год у них длинный. На Юпитере 10565 дней, на Сатурне — 25233 дня, на Уране — 68084 дня, на Нептуне — 91426 дней. Правда, Уран вращается «лёжа на боку», так что в некотором смысле на нём, как и на полюсах Земли, — **один** день в году. Продолжительность дня на Плутоне известна не точно, но он вращается значительно медленнее планет-гигантов.

Типичные ошибки:
— 365.
— 360.
— А может быть больше, может и меньше.

Нетривиальные версии:
— В 2000 г. столько дней, сколько и положено, т. е. 356.
— Независимо от того високосный год или нет, дней 360.

— Может быть 364, 365, 366 дней.
— 365 дней, 6 часов и, как говорил Мюнхгаузен, ещё 3 секунды.
— В 2000 г. 365 дней, а в 2001 г. будет 366 дней.
— 366. может быть 365 и раз в 400 лет — 367 дней.
— 365 — нормальный год, раз в 4 года — високосный (366), раз в 25 лет — 367 дней, раз в 50 лет — 368 дней.
— Сколько угодно, смотря какой народ.
— Когда составили календарь, на четвёртый год все были очень удивлены, поскольку новогодняя звезда не появилась.
— Чтобы не отмечать Новый год в 6 утра, каждый 4-й год формируют лишний день.
— Век всегда начинается с високосного года.
— Ранее длина орбиты Земли была меньше, и во время мезозоя «год» мог быть равным 200 дням.

Критерии оценок:
Необходимость високосных годов — 1;
Разница юлианского и григорианского счета — 1;
Астрономическое понятие года — 2;
Календарные реформы — 2;
Другие планеты — 2;
Итого баллов — 8.

Вопрос № 4. *В среднем за 2000 лет весь свободный кислород атмосферы Земли проходит через цикл фотосинтеза. Сколько (примерно) раз на нашей планете растениями воспроизводились молекулы* O_2*, аналогичные тем, которыми Вы в данный момент дышите?*
Ответ. Около 2 000 000 раз.
Комментарий. Довольно часто встречалась неверная интерпретация сути вопроса; когда смысл рассуждений сводился к тому, что поскольку много растений и много молекул, то невозможно посчитать число актов фотосинтеза точно. Также в этом вопросе не требовалось пытаться решать вероятностную задачу о судьбе каждой конкретной молекулы, попавшей в Ваши легкие. Эта комбинаторная задача слишком сложна даже в порядке её рассмотрения.

Речь в данном случае идёт о том, что на нашей планете Земля имеется атмосфера, масса которой составляет около $5{,}1 \cdot 10^{21}$ г и газовый состав которой разнообразен и переменен с высотой и со временем. В настоящее время возле поверхности основную долю атмосферы составляют 7 газов (указаны их объёмные доли):

N_2	O_2	H_2O	Ar	CO_2	Ne	He
0,7808	0,2095	$< 0{,}028$	0,0093	0,00032	0,000018	0,000005

В оболочках Земли осуществляется круговорот кислорода, аналогично круговороту воды в природе. Свободный кислород в атмосфере мы можем рассматривать, как некоторый банк молекул, который (как и любой другой банк или бассейн) имеет приток (приход) и сток (расход). Кислород является активным окислителем, и расход его молекул осуществляется через весьма большое

разнообразие химических реакций (от горения дров в костре до ржавчины на велосипеде). Одной из многих в этом ряду является превращение кислорода в углекислый газ в процессе дыхания животных вообще и человека, в частности. Очевидно, что данный расход кислорода в земной атмосфере Земли заведомо пренебрежимо мал по сравнению с другими. Существуют многие другие химические реакции (например, переход в озон O_3) и физические процессы (например, растворение в водах Мирового океана), которые, как мы можем предполагать, с интересующей нас сейчас точностью являются взаимообратными, т. е. происходят с равной скоростью в обе стороны и, следовательно, не влияют на итоговое обилие O_2. Наконец, единственным (по крайней мере, единственным существенным) поставщиком свободного кислорода в атмосферу является реакция его фотосинтеза зелёными растениями.

Напомним, что хлоропласты растений содержат специфические пигменты (хлорофилл), молекулы которого способны поглощать лучи красного и синего участков спектра (поэтому, кстати, сами растения имеют цвет отражённого излучения, т. е. зелёного). При этом хлорофилл переходит в возбужденное состояние, выделяя свободный электрон и запуская серию окислительно-восстановительных реакций в хлоропласте (фотохимическая или световая фаза фотосинтеза). Присутствующие в растворе молекулы воды находятся в виде комбинации ионов $H_2O \rightleftharpoons H^+ + OH^-$. В результате ряда ферментных превращений образуются молекулы АТФ и комплекс НАДФ*Н, в состав которого включается ион H^+. Освободившиеся ионы OH^-, возвращая электроны e^- хлорофиллу, образуют молекулы $O_2 + H_2O$. В ходе второй, термохимической или темновой части фотосинтеза АТФ и образованный восстановитель (НАДФ*Н) участвуют в биохимических превращениях углекислого газа CO_2, который ассимилируется в органические кислоты и углеводы. Затем поглощённый из атмосферы углерод в этом виде используется организмами для всех дальнейших биосинтезов, для роста и т. д.

Каждый человек для дыхания потребляет в сутки около 500 л кислорода, а годовая потребность 1 человека обеспечивается жизнедеятельностью 10–12 деревьев среднего возраста.

А ты поблагодарил сегодня дерево?

Очевидно, что общее обилие кислорода в атмосфере определяется соотношением скоростей реакций по его поставке и расходу. Если его производство растениями будет происходить существенно быстрее, чем его потребление, то обилие кислорода в атмосфере будет возрастать. Если мы (и другие планетарные пользователи) будут увеличивать расход кислорода, то его обилие будет уменьшаться, а обилие углекислого газа, напротив, возрастать. По-видимому, в настоящее время в глобальном масштабе имеет место развитие именно такого сценария. Значительные площади лесов на нашей планете катастрофически быстрыми темпами уничтожаются, а сжигание углеводородных топлив в современном технократическом обществе потребления столь же катастрофически нарастает. Как точно отмечал один из писателей, в наше время автомобили и другую технику уже можно рассматривать, как особый техногенный вид, активно конкурирующий с человеком за свободные ресурсы кислорода в атмосфере Земли. Например, один трансконтинентальный перелёт лайнера по количе-

ству сожжённого кислорода «стоит» столько же, сколько суточная потребность 100 000 чел. (!).

Каждая произведённая молекула O_2 имеет свою судьбу: она может или в ту же секунду быть истрачена (что маловероятно), или хоть всю геологическую историю Земли 4 млрд. лет «витать в облаках» (что также маловероятно). Поскольку все молекулы в воздухе активно перемешиваются, мы вполне можем считать их идентичными друг другу, рассматривать их «среднюю» судьбу и оценивать их среднее время жизни. По оценкам, для современной Земли это время составляет около 2 000 лет. Это можно понимать так, что молекула O_2, которую вы только что вдохнули, до этого момента 2000 лет свободно летала в воздухе, или что то же самое, была произведена каким-либо растением как раз в эпоху Рождества Христова (например, его пальмовой веткой, почему бы и нет?). Или, в других терминах, скорости производства и потребления кислорода таковы, что весь банк молекул O_2 полностью обновляется за 2000 лет (примерно).

Теперь мы можем оценить число таких циклов «возобновления» кислорода. Будем считать, что атмосфера Земли стала «кислородсодержащей» между архейской и протерозойской эрами, около 3 млрд. лет назад. Тогда, разделив этот период времени на длительность цикла в 2000 лет, мы получим 1 500 000 раз. Однако, заведомо понятно, что обилие O_2 в атмосфере не могло быть постоянным, поскольку свободный кислород накапливается по мере жизнедеятельности растений. Переменность газового состава земной атмосферы в прежние геологические эпохи точно пока не установлена. Очевидно также, что уменьшение обилия O_2 означает увеличение числа циклов его воспроизводства. Иными словами, в архейскую эру, когда свободного кислорода в атмосфере было очень мало, он расходовался быстрее, и время его жизни было меньше, чем теперь. С учётом имеющихся неопределённостей правильными признавались те ответы, в которых число циклов производства O_2 называлось от 500 000 до 3 000 000 раз. Иными словами, в среднем **2 млн. раз** (!) растения воспроизводили молекулы O_2 на нашей планете, которыми мы в настоящее время пользуемся для дыхания.

Основной поставщик кислорода с древнейших времён до настоящего времени — это сине-зелёные водоросли. Именно они сделали на этой планете кислородную атмосферу в её нынешнем виде, это они позволили всем остальным растениям и животным существовать и развиться до сегодняшнего состояния. А мы?

Типичные ошибки:

— Раньше были другие растения.

— И сосчитать это не удавалось никогда. Одни растения погибали, другие вырастали.

Нетривиальные версии:

— Каждый день фотосинтез происходит 2 раза: днём $CO_2 \to O_2$, и ночью $O_2 \to CO_2$.

— Два раза: один раз до н. э., другой — в нашу эру.

— Два раза до нашей эры и один раз в нашу эру.

— В 1 день цикл фотосинтеза происходит 2 раза — утром и вечером.

Критерии оценок:
Круговорот кислорода в атмосфере — 2;
Понятие о скоростях реакций и обилии — 1;
Оценка числа циклов — 1;
Переменность газового состава атмосферы — 3;
Итого баллов — 7.

Вопрос № 5. *Может ли в Солнечной системе существовать 2000 планет? Могут ли планеты быть на произвольном расстоянии? Может ли измениться их порядок?*

Ответ. По состоянию на декабрь 2000 г. в нашей Солнечной системе имеется 9 больших планет, 1 кандидат в 10-ю планету, более 12 000 малых планет (астероидов), из которых около 200 обнаружены за Плутоном в поясе Койпера. Расстояния больших планет в целом подчиняются правилу Тициуса—Боде, орбиты малых планет не могут находиться в зонах гравитационных резонансов. Часть орбиты Плутона расположена ближе к Солнцу, чем Нептун.

Комментарий. Действительно, а сколько же планет в нашей Солнечной системе? Пожалуй, начнём с того, что с древнейших времен человечество знало 7 планет, или сфер (ср.: «быть на седьмом небе»). Ближайшей к Земле считалась сфера Луны; отсюда пошло выражение «подлунный мир». Относительно расположения сфер других близких планет были некоторые споры. Птолемей (см. «Альмагест», кн. IX, гл. 1, ок. 140 г. н. э.) считал, что сфера Солнца разделяет те планеты, которые всегда движутся около него, т. е. «нижние» планеты (Меркурий и Венера), и те, которые могут находиться на любом от него расстоянии, т. е. «верхние» планеты (Марс, Юпитер и Сатурн).

В системе мира Коперника («Об обращении небесных сфер», 1543 г.) число планет уменьшилось до 6. Солнце «пошло на повышение» и стало центральной звездой нашей системы. Луну, напротив, «разжаловали» до статуса спутника Земли. Саму Землю также «понизили в должности», и из центра мироздания она стала всего лишь планетой № 3.

По мере развития телескопической техники были открыты ещё 3 планеты: 13 марта 1781 г. Вильям Гершель открыл Уран; 23 сентября 1846 г. Галле «по наводке» Леверье обнаружил Нептун, а 18 февраля 1930 г. Томбо по вычислениям Ловелла и Пикеринга «поймал» Плутон. В течение 18–19 вв. были многочисленные попытки обнаружить ещё одну планету между Солнцем и Меркурием, даже имя ей подготовили заранее: «Вулкан»; но, увы... Таким образом, на момент проведения Турнира Ломоносова 01 октября 2000 г. в Солнечной системе было известно 9 «больших» планет. Я не случайно указываю точную дату (01.10.2000 г.), т. к. далее будет приведена информация о «10-й планете», поступившая в декабре 2000 г.

Вопрос о порядке расположения планет и закономерности их расстояний от Солнца также издревле волновал учёных. Системы мира Птолемея и Коперника определяли только их качественный порядок, но не давали каких-либо количественных оценок. И. Кеплер в 1595 г. в своей первой книге «Введение в трактат о мире, содержащее в себе тайну Вселенной» («Космографическая тайна») сделал попытку объяснить наблюдаемые расстояния до планет. Он предположил,

что расстояния между орбитами задаются всего пятью правильными многогранниками, известными в геометрии: от тетраэдра и куба до октаэдра.

В 1766 г. немецкий астроном Иоганн Тициус указал на определённую числовую закономерность в размерах планетных орбит, а в 1772 г. И. Боде выдвинул гипотезу о существовании неизвестной планеты между орбитами Марса и Юпитера. Несмотря на организованную с 1796 г. целенаправленную «охоту» за новой планетой, 01 января 1801 г., в первый же день нового века, итальянский астроном Пиацци случайно обнаружил объект, который впоследствии был назван Церера и размер которого всего 755 км. Этим было положено начало открытиям «малых планет» или астероидов.

Правило планетных расстояний, известное как закон Тициуса—Боде, действительно весьма удовлетворительно объясняет зависимость радиусов орбит планет. Формула этого закона: $R = 0{,}4 + 0{,}3 \cdot 2^n$, где n — номер планеты, R — расстояние от Солнца до этой планеты в астрономических единицах (см. таблицу).

Таким образом, по крайней мере относительно больших планет можно точно утверждать, что они не могут находиться на произвольных расстояниях от Солнца; радиусы их орбит подчиняются геометрической прогрессии закона Тициуса—Боде (ЗТБ).

Что касается малых планет, то их общее число сейчас превышает уже 12 000, из которых около 8000 имеют определённые орбиты и постоянные обозначения, и большинство их орбит расположено в «поясе астероидов» от 2,2 до 3,6 астрономических единиц (а. е.)[1].

Планета	Номер по ЗТБ	ЗТБ, а. е.	Истинное расстояние, а. е.	Погрешность, %
Меркурий	$-\infty$	0,4	0,387	3,3
Венера	0	0,7	0,723	3,2
Земля	1	1,0	1,000	0
Марс	2	1,6	1,524	5,0
Церера	3	2,8	2,768	1,2
Юпитер	4	5,2	5,203	0,1
Сатурн	5	10,0	9,539	4,8
Уран	6	19,6	19,19	2,1
Нептун	7	38,8	30,07	29,0
Плутон	8	77,2	39,52	95,3

После открытия Гершелем Урана доверие астрономов к ЗТБ упрочилось; этот закон стимулировал поиски и открытия первых астероидов. Прямая заслуга ЗТБ и в открытии Нептуна, поскольку на нём основывались расчёты Леверье орбиты искомой планеты. Интересно отметить, что и системы спутников большинства планет-гигантов также демонстрируют геометрическую прогрессию орбит, которая во многих случаях помогала открытиям последующих неизвестных объектов.

[1] 1 астрономическая единица = $1{,}495989 \cdot 10^{11}$ м (радиус орбиты Земли)

Однако, нельзя пройти мимо и ряда отклонений от этого закона. Первым из них и наиболее очевидным является отсутствие большой планеты в поясе астероидов. Этот факт, а также ошибки, которые ЗТБ дает для Марса и Сатурна, следует, по-видимому, объяснять значительными приливными воздействиями их соседа — гиганта Юпитера. Наиболее очевидными являются расхождения для Нептуна и Плутона. В известном смысле можно даже говорить, что оба они претендуют на позицию № 7 (38 а. е. по ЗТБ).

Как известно, орбита Плутона резко отличается от орбит других планет нашей системы. Он имеет наклон орбиты более 17°, в то время как все остальные планеты-гиганты меньше 2,5°, а эксцентриситет орбиты 0,250 (почти в 5 раз больше, чем у Юпитера, Сатурна и Урана). За счёт этого орбита Плутона настолько вытянута, что достаточно большая её часть лежит «внутри» орбиты Нептуна. Этот «непорядок» продолжался целых 20 последних лет с 1979 по 1999 г. В 1989 г. Плутон проходил перигелий и находился при этом на расстоянии от Солнца всего 29,58 а. е., что на 33 млн. км (!) меньше, чем перигелий Нептуна (29,80 а. е.). Так что Плутон — это единственная большая планета нашей системы, которая меняет порядок планет на «законных основаниях».

Физическим объяснением действия ЗТБ для солнечной системы в целом и для систем спутников планет могут служить приливные эффекты между гравитирующими протопланетными частицами и телами. В космогонических теориях, рассматривающих эволюцию протопланетного газопылевого облака, найдены такие решения, в которых от центрального тела (прото-Солнца, протопланеты-гиганта) развиваются спиральные возмущения плотности, перерастающие затем в кольцевые зоны аккреции вещества, расстояния между которыми составляют геометрическую прогрессию. Как образно выразилась Маша Моросанова: «Планеты во время их образования расположились наилучшим образом». Соответственно, орбиту Нептуна можно рассматривать как границу зоны, где такие кольцевые структуры могли выделиться, и на месте которых затем могли образоваться регулярные большие планеты. Плутон и все последующие тела дальше него, находятся в зоне нерегулярного планетообразования, по-видимому, ещё не завершённого. Поэтому для Плутона и дальше закон Тициуса—Боде не действует.

Обескураживающая орбита Плутона, а также последующее открытие факта его двойственности (в 1978 г. оказалось, что это двойная система сравнимых по размеру тел Плутон—Харон) породило даже дискуссию о статусе Плутона в нашей системе. Стоит ли считать его действительно большой планетой № 9, или всего лишь самым большим транснептуновым телом, так сказать «недопланетой»? Но, к счастью, Плутон устоял, и планет у нас осталось-таки 9 шт.

Интересное замечание приводит в своей работе Александр Алексеев: «Маловероятно возникновение 2000 центров концентрации вещества при процессе планетообразования, т. к. малые центры концентрации слились бы с большими». Действительно, по оценкам ряда работ, процесс формирования планет из газопылевого диска проходил очень быстро, просто лавинообразно. Уже через 40 млн. лет после распада диска на кольца скорость выпадения вещества на протопланету № 3 составляла около 15 млрд. тонн в час, так что ещё через 60 млн. лет Земля уже набрала почти полностью свою нынешнюю массу. От общего

срока жизни нашей планетной системы в 4,5 млрд. лет процесс формирования планетных тел занял всего около 1% времени.

Дальше Плутона расположен т. н. «пояс Койпера», в котором находятся «остатки» протопланетного облака в виде многочисленных мелких тел типа астероидов или ядер комет. Они представляют собой сгустки пыли и замёрзших газов, размерами до десятков (сотен?) км, которые ещё никогда не объединялись в тела планетного типа. К настоящему моменту обнаружено около 200 таких трансплутоновых тел.

Малые планеты гораздо более свободны в выборе своих орбит, которые покрывают почти всю нашу систему. Однако, и для них существуют определенные «правила планетного движения». Астероиды не могут находиться на т. н. «запрещённых» орбитах, периоды вращения по которым находятся в целочисленных соотношениях с периодом обращения Юпитера (например: 4/3, 3/2, 7/3, 5/2, 3/1, 10/3 и т. д.). Масса Юпитера настолько большая, что даже у далёких астероидов, взаимное расположение которых с ним будет регулярно повторяться, за счёт приливного воздействия отклонения в пространстве будут суммироваться и накапливаться; рано или поздно такой астероид «раскачается» и будет «выброшен» со своей прежней орбиты. Если расположить все астероиды по возрастанию их орбит, то чётко будут видны те области, в которых они просто отсутствуют, т. н. щели или «люки Кирквуда».

С учётом малых планет вопрос об общем числе планет в нашей системе заходит в тупик. Очевидно, что чем меньшего размера астероиды мы сможем разглядеть, тем большее их число мы увидим:

Размер, км	500	150	50	15	5	2	1
Оценка числа	1	25	150	2000	5000	20000	70000

Общее число всех астероидов оценивается в 70 000 шт., а тела с размерами менее 1 км выделяются в следующий класс «метеороидов». Общая масса всех астероидов оценивается в 0,1 % массы Земли. К счастью, 97 % всех астероидов далеко от нас и расположены между 2,1 и 3,6 а. е.

Как пишет в своей работе Марина Витлина: «Планеты в Солнечной системе расположены как раз так, чтобы не особо притягиваться к другим». Это не совсем так, ибо планеты всегда, в силу закона всемирного тяготения притягиваются друг к другу, и друг на друга влияют. Другое дело, что система больших планет изначально образовывалась как единый ансамбль, и мы можем питать надежду, что этот ансамбль обладает достаточной устойчивостью во времени, раз наша система уже просуществовала 4,5 млрд. лет и не рассыпалась. По расчётам, орбиты планет совершают небольшие «качания» вокруг своих устойчивых положений, так сказать «не выходя за рамки приличий». Примерами же взаимного влияния планет остаются факт отсутствия планеты № 5 «Фаэтон», который из-за гравитационного воздействия Юпитера так и не сложился в единое целое, и явные гравитационные резонансы (согласования) периодов собственного вращения и орбитального движения, которые демонстрируют Меркурий и Венера (см. вопрос № 3, стр. 1132). Однако следует сказать, что проблема устойчивости

нашей планетной системы в целом и возможных гравитационных захватов и катастрофических «перестановок» планет пока далека от своего окончательного разрешения.

04 декабря 2000 г. поступило сообщение, что за орбитой Плутона обнаружено некоторое тело (индекс 2000WR106), имеющее абсолютную звёздную величину $3{,}5^{\mathrm{m}}$ и находящееся на расстоянии 43 а. е. от Солнца. Это означает, что в зависимости от величины его альбедо (т. е. отражательной способности поверхности), оно может иметь размеры от 600 до 1200 км в диаметре. Поскольку большинство трансплутоновых тел достаточно тёмные, скорее всего, данный объект действительно имеет размер более 1000 км, что делает его кандидатом на звание «планеты № 10». Астрономы теперь будут внимательно следить за этим «кандидатом в планеты», чтобы определить точно его орбиту и размеры. После этого ему будет присвоен постоянный номер члена солнечной системы, а затем, по-видимому, развернётся некоторая дискуссия о том, каким же именем его назвать.

Типичные ошибки:

— Чем планета меньше, тем ближе она к Солнцу.
— Сила притяжения Солнца слишком слабая.
— Притяжение Солнца распространяется только на 9 планет и не распространяется на остальные планеты.
— Может существовать 2000 планет, но телескопы на Земле не такие сильные, чтобы их увидеть.
— Планеты не только притягиваются, но и отталкиваются, поэтому устойчивы на своей орбите.
— Планеты могут обгонять друг друга.
— Астероиды и прочий космический мусор летают произвольно.
— Если бы из них выстроился «парад планет», то они всей своей массой притянули бы Солнце.

Нетривиальные версии:

— Солнечная система — это как атом.
— Не может, т. к. мощность Солнца ограниченна.
— Солнечная система по своим размерам для этого совершенно не приспособлена.
— Если только ни одна из них не больше Солнца.
— 2000 планет могут находиться, только образуя планетарные кольца, т. е. цепь планет на одной орбите.
— Если бы Землю и Марс отделяли всего 1000 км, то Марс упал бы на Землю, Земля сошла бы с орбиты, и весь механизм Солнечной системы сломался бы.
— Сила притяжения больших планет могла бы уничтожить маленьких.
— Порядок может измениться из-за пятен на Солнце.
— Иногда может!
— Некоторые планеты можно поменять местами (Плутон и Меркурий, например).
— Планеты могут поменяться орбитами, если они движутся в разные стороны.
— Планеты-гиганты могли бы повлиять на Солнце или, объединившись с ним,

повлиять на другие планеты. Всё это неприятно.
— Планеты образуются из грязе-пылевого облака.
— Планеты могут быть и чёрного цвета.
— Порядок может измениться, если одна система будет перекрещиваться с другой; их перетянут другие звёзды.
— Порядок планет может измениться только с изменением законов физики.
— Нет, произвольным ничто не может быть.
— В природе есть единственный пример произвола — человеческое мышление и поведение.
— Космос это другой мир, в нём все может быть.

Критерии оценок:
Большие и малые планеты — 1;
Численность различных планет — 2;
Закон планетных расстояний — 2;
Устойчивость орбит и резонансы — 2;
Плутон как исключение — 1;
Другие планетные системы — 2;
Итого баллов — 10.

Вопрос № 6. *На звёздах обнаруживают различные химические элементы, и даже некоторые молекулы, по их тёмным спектральным линиям. Откуда возникают эти темные линии (с температурой до* 2000 K)? *Могут ли в звезде атомы разных химических элементов иметь разные температуры (температура поверхности Солнца — около* 6000 *K)?*
Ответ. Внешние слои атмосфер звёзд более холодные, часть излучения поглощается атомами и наблюдается в виде тёмных спектральных линий.
Комментарий. Как известно, звёздами называют пространственно и физически обособленные космические объекты, светящиеся за счёт собственных внутренних источников энергии. Как правило, звёзды имеют массу в диапазоне от 0,1 до 100 масс Солнца ($M_{\text{C}} = 1{,}989 \cdot 10^{33}$ г). В данном вопросе рассматриваются т. н. «нормальные» звёзды. В отличие от сжимающихся протозвёзд или вырожденных состояний остывающих звёзд на поздних стадиях эволюции, «нормальные» звёзды светятся за счёт термоядерных реакций синтеза гелия из водорода.

Бóльшую часть всей массы видимой Вселенной в целом, и отдельных звёзд в частности, составляет водород (77,4 %) и гелий (20,8 %). Все другие химические элементы (1,8 % по массе) встречаются в значительно меньших количествах; их миллионные доли по массе следующие:

6	7	8	10	11	12	13	14	16	18	20	24	25	26	28
C	N	O	Ne	Na	Mg	Al	Si	S	Ar	Ca	Cr	Mn	Fe	Ni
3800	930	8500	1500	40	740	66	810	460	110	72	19	15	1400	81

Пропущенные в таблице химические элементы Li, Be, B, F, P, Cl, K, Sc, Ti, V, Co и все последующие имеют обилие ещё меньше. В целом обилие химических элементов заметно снижается при увеличении их порядкового номера (т. е. при увеличении массы их ядра A от 1 до 100) в среднем в 1 000 000 000 раз.

Тем не менее, некоторые звёзды проявляют удивительные особенности своего состава. В атмосферах ряда звёзд обнаружены атомы технеция (Tc), который нестабилен, или бария (Ba). Это может объясняться тем, что на поздних стадиях эволюции звёзд они более активно перемешиваются, и на поверхность выходят продукты ядерных реакций из выгоревшего ядра. В составе тесных двойных систем наблюдаются звёзды с повышенным содержанием металлов, т. н. «металлические» звёзды (класс Am). В звёздах класса C («углеродные» звёзды) обнаружено повышенное содержание тяжёлого изотопа ^{13}C, относительное содержание которого достигает 0,25 при нормальном обилии около 0,01. Подобное «обогащение» возможно в зоне протекания ядерных реакций углеродного цикла.

Наиболее загадочной для ядерной астрофизики является звезда 3 Cen A. Она содержит гелий в количестве всего 2,3 % от водорода, причём на 84 % это редкий изотоп ^{3}He. На этой звезде фосфора в 100 выше нормы, галлия — в 8000 раз, криптона — в 1300 раз, но зато кислорода меньше нормы в 6 раз.

Разумеется, вещество звёзд недоступно для непосредственного изучения, за исключением межпланетного солнечного ветра. Единственным способом определения их свойств является изобретённый И. Ньютоном спектральный анализ, т. е. разложение приходящего электромагнитного излучения в спектр в зависимости от длины волны и измерение его интенсивности. Атомы любого химического элемента, находясь в свободном состоянии, имеют строго определённую структуру электронных оболочек (энергетических уровней) вокруг ядра, поэтому электроны, переходящие с одного уровня на другой, излучают (или поглощают) кванты света также со строго определённой длиной волны. В спектре эти кванты будут проявляться на данной длине волны в виде увеличения яркости (линии излучения), либо, если атомы поглощают свет — в виде тёмных линий поглощения. Измеряя положение, интенсивность, ширину и форму спектральных линий, можно не только установить наличие определённых атомов или молекул на данном объекте, но и определить скорость движения объекта, его температуру, химический состав, и даже его вращение и величину магнитного поля. Не будет преувеличением сказать, что абсолютное большинство наших современных знаний об астрономических объектах мы имеем только благодаря изобретению спектрального анализа.

Как справедливо замечали некоторые участники Турнира, отдельный атом может иметь определённую скорость, т. е. кинетическую энергию, но понятие температуры по отношению к одному атому не имеет смысла. Температурой может характеризоваться только статически значимый ансамбль частиц, т. е. температуру может иметь определённое тело (или часть тела), и температура есть мера кинетической энергии атомов этого тела. По мере увеличения плотности вещества в звезде, атомы чаще сталкиваются друг с другом, обмениваются энергией и при этом температура выравнивается. При достаточно плотном состоянии вещество находится в условиях, как говорят, локального термодинамического равновесия. Поэтому понятно, что атомы даже разных химических элементов не могут характеризоваться разными температурами (специальные случаи, называемые неравновесными состояниями, мы сейчас рассматривать не будем).

На видимой поверхности Солнца, в т. н. фотосфере плотность частиц достигает 10^{17} в 1 см^3, температура около 6000 K, давление — 0,1 атм. Вещество

Солнца представляет из себя частично ионизованную плазму — смесь нейтрального водорода, ионизованных атомов металлов и свободных электронов. В этих условиях взаимодействие атомов и искажения их внешних электронных оболочек становятся настолько сильными, что спектральные линии уже размываются, кванты света многократно поглощаются и вновь переизлучаются, а само вещество становится за счет этого непрозрачным. Толщина фотосферы, излучающей весь видимый свет Солнца, очень мала — всего около 180 км, т. е. 1/3000 часть солнечного радиуса. При этом фотосфера светит не в спектральных линиях, как отдельные атомы, а за счёт многократных обменов квантами света — как единое нагретое тело. Такое излучение в физике называется излучением абсолютно чёрного тела.

Нетрудно понять, что поскольку все звёзды являются не твёрдыми телами, а газовыми (плазменными) шарами, то для обеспечения их устойчивости температура должна существенно увеличиваться с глубиной. Действительно, в центральной части Солнца, где идут термоядерные реакции, температура достигает 15 млн. градусов, а плотность вещества в 150 раз выше плотности воды. На половине радиуса Солнца температура 3 000 000 K, на радиусе 0,98 — уже 10 000 K. После фотосферы, где кванты света уже могут двигаться относительно свободно, температура уменьшается дальше и на высоте около 500 км достигает своего минимального значения около 4200 K.

В этой области, называемой хромосферой Солнца, свободные атомы могут поглощать часть идущего снизу излучения в своих спектральных линиях, а затем переизлучать их во всех направлениях. За счёт этого механизма атомного рассеяния в спектре Солнца (и других звёзд) образуются тёмные линии. Впервые в 1814 г. австрийский физик Йозеф фон Фраунгофер наблюдал около 500 таких тёмных линий. Сейчас известны десятки тысяч фраунгоферовых линий. Наиболее сильные из них излучаются ионами H(I), Mg(I), Na(I), Fe(I), Ca(II) (H^+, Mg^+, Na^+, Fe^+, Ca^{2+}) и др.

В солнечных пятнах (которые также являются областями с пониженной температурой) наблюдаются линии молекул, например: OH, NH, CH, CN, CO, MgH, O_2, C_2, TiO и др. В атмосферах звёзд более поздних классов, у которых температура поверхности опускается до 2000–3000 K, молекулы весьма многочисленны и разнообразны. Поэтому звезды класса M часто называют «кислородными», а класса R и N — «углеродными» звёздами. Во внешних слоях относительно холодных углеродных звёзд могут встречаться даже многоатомные органические молекулы (HCN, C_3N, HC_3N, CH_4) и углерод в виде угольной сажи. Можно даже сказать, что такие звезды сильно «коптят».

Типичные ошибки:

— У звезды горит только поверхность, а внутри не горит.

— Температура элементов значительно меньше, чем температура звёзд.

Нетривиальные версии:

— Энергия выделяется при ядерном фотосинтезе.

— У Солнца большая температура, так что даже тень его может иметь 2000 K.

— Молекулы распадаются на очень высокой температуре, атомы этих молекул собираются в кучу, и у них ничего не получается.

— На звездах бывают вулканы, и эти темные линии есть выбросы внутренних веществ.
— Тёмные линии возникают оттого, что атомы вращаются с жуткой быстротой.
— Тёмные линии в спектре — это неразогретые частицы и молекулы.
— Температура очень высокая, молекулы и вещества прожигаются, и видны тёмные линии.
— Тёмные линии — плод деятельности инопланетян по использованию химических элементов.

Критерии оценок:
Внешние холодные слои — 2;
Излучение абсолютно черного тела — 2;
Спектральные линии — 2;
Итого баллов — 6.

Вопрос № 7. *Ископаемое топливо (нефть и уголь) образовались из растений и других органических остатков, которые находились, очевидно, на поверхности Земли. Почему же сейчас они лежат так глубоко (до 2000 м), а над ними нередко возвышаются известняковые горы?*

Ответ. Топливо образовывалось раньше и оказалось под более поздними осадочными породами (известняк — остатки морских организмов).

Комментарий. Почти все участники Турнира правильно указывали, что «захоронение» полезных ископаемых происходит из-за процессов, называемых осадконакоплением. Всё то, что в своё время находилось на поверхности Земли, с течением времени закрывается чехлом осадочных пород. Однако, и здесь имеются определённые тонкости, связанные с механизмами образования осадков.

Многие указывали на выпадение космической пыли. Действительно, общая масса вещества, выпадающего из космоса на поверхность Земли, составляет до 400 т ежедневно. При этом подавляющее большинство метеоритов размером не больше 0,1 мм. Однако, для всего земного шара это очень мало, около 1 см осадков за 100 млн. лет. Безусловно, имеет место и определённое значение перенос пыли ветрами. Гораздо более существенным являются процессы выброса вещества при извержениях вулканов. Однако, самым значительным и «объёмным» по количеству перемещаемой породы является процесс её «горизонтального» переноса потоками воды (реками) и ледниками. На Земле постоянно идут тектонические процессы поднятия (горообразования) и опускания части поверхности. На любых возвышенностях сразу же увеличивается выпадение атмосферных осадков (в высоких горах образуются ледники), которые начинают разрушать горные породы. Их обломки затем ледниками и реками выносятся на равнины и откладываются в низинах. В озёрах и болотах, кроме обломочного материала, накапливаются в больших количествах и органические осадки. Поскольку при мощном горообразовании и извержениях поднимаются глубинные магматические породы, то естественно, что осадочные породы имеют основную тенденцию к захоронению, и могут обнажаться на поверхности лишь при повторных поднятиях.

Многие правильно указывали на весьма древний возраст обсуждаемых полезных ископаемых. Нефть образовывалась в глубинных слоях, в условиях высо-

ких температур и давлений, при отсутствии доступа кислорода из органических осадков девонского периода (возраст 400 000 000 лет), а каменный уголь — из древовидных растений геологического периода, который так и называется: «каменноугольный» или карбон (300 000 000 лет). Напомним, также, что нефть представляет собой смесь линейных и циклических углеводородов (до C_{25} и выше), а уголь — почти полностью восстановленный углерод (с примесями). Укрытие их мощным осадочным чехлом за столь большое время проблемы не представляет.

Известняки представляют собой карбонат кальция $CaCO_3$ с примесями. Как верно было сказано многими учащимися, в древние времена современная суша была (во многих местах) мелководными и тёплыми морями, в которых жили кораллы, моллюски и другие животные. Они активно строили свои скелеты, панцири и ракушки из $CaCO_3$, который затем (после их гибели) откладывался на дне в виде известняковых пород. Однако, известняк, как известно, может растворяться в воде в тех случаях, когда в ней повышается содержание растворённого CO_2. Реакция:

$$CaCO_3\,(\text{твёрд.}) + CO_2\,(\text{водн.}) + H_2O\,(\text{жидк.}) \rightleftharpoons$$
$$\rightleftharpoons Ca^{2+}\,(\text{водн.}) + 2HCO_3^-\,(\text{водн.})$$

может протекать в обе стороны в зависимости от концентрации веществ. Примером таких процессов могут служить карстовые явления, образование сталактитов и сталагмитов. Ракушки также могут растворяться в глубоких, более холодных и насыщенных углекислотой водах океана.

Поэтому можно предположить, что в геологической истории нашей планеты процессы образования ископаемых топлив и отложения известняков происходили последовательно, в зависимости от изменения газового состава атмосферы Земли. Сначала произошло массовое производство свободного кислорода O_2 за счёт фотосинтеза его растениями (см. также вопрос № 4, стр. 1136) и поглощение значительных количеств углекислого газа CO_2 из атмосферы, перевод его в органическое вещество и последующее захоронение углерода в виде топлива (девон, карбон). После того, как баланс CO_2 и O_2 в атмосфере существенно изменился в пользу кислорода, $CaCO_3$ начал накапливаться в виде известняков и мела (юрский и меловой периоды; 200–100 млн. лет назад). В этом случае расположение известняков **сверху** от нефти и угля не только возможно, но и закономерно.

Типичные ошибки

— Потому что в наше время рабочие добывают нефть и уголь на продажу; всё, что было на поверхности, уже выкопано!
— Земля прибавляет в среднем 1 см и понемногу закапывает ископаемые.
— Потому что нефть впиталась в землю.
— Через миллионы лет известняковые горы тоже превратятся в нефть и уголь.

Нетривиальные версии:

— Нефть происходит в болотах. А там сыро, оно и гниёт на дне.
— Человек их стал добывать не сразу, и слои стали накапливаться.

— Их «припорошило» землёй.
— Пыль оседала и превращалась в камни, камни в глыбы, а глыбы в скалы или горы.
— После очередного процесса вулканизации местность затопило водой.
— Если бы они находились снаружи, они бы высохли, их бы растоптали животные.
— Эти минералы зарыли как бы сами себя.
— Известняк — результат химической реакции угля и веществ из воздуха.
— Известняк образовался из животных, в которых много кальция: крабы, раки. . .
— Очень много ползало в морях животных, разных «раковинных» и «панцирных».
— Не будь движения земной коры, мы бы сейчас остались без угля и нефти.

Критерии оценок:
Накопление осадков — 1;
Механизмы захоронения — 2;
Геологические эпохи и возраст — 2;
Изменение химического состава атмосферы — 3;
Итого баллов — 8.

Вопрос № 8. *Когда жили динозавры, на Земле было жарко и влажно, а затем было великое оледенение. Потом опять потеплело: в Европе были субтропики и жили львы, а Сахара превратилась в пустыню. В средневековье вновь было сильное похолодание (даже замерзал Нил), а сейчас говорят о глобальном потеплении. Отчего происходят такие скачки, и что нам в будущем нужнее: дублёнка или панамка?*

Ответ. Климат Земли имеет сложную историю, в зависимости от рассматриваемого интервала времени. В современную эпоху и в будущем климат, скорее всего, неустойчив.

Комментарий. В очень многих работах ответ на вопрос № 8 сводился примерно к следующим фразам: «В будущем нам нужна будет панамка, потому что озоновый слой разрушается и происходит парниковый эффект»; или: «потепление происходит из-за парникового эффекта и виноват в этом только человек». Много было сказано правильных слов и про промышленные выбросы. Откровенно говоря, невольно возник недоуменный вопрос: «А как же потепление во времена динозавров? Кто же тогда „портил экологию“, уж не они ли?»

Во-первых, основной смысл данного вопроса направлен на вариации климата в прошлом, которые происходили до человека и безо всякого участия человека. Антропогенные воздействия на климат мы рассмотрим позднее.

Во-вторых, многие (и не только дети) путают вариации температур и погоды в данном конкретном месте (в городе, где они живут) и переменность глобального климата. Современной цивилизации присущ заметный «европо-» и «американоцентризм», жители западных стран искренне убеждены, что именно там находится современный «пуп Земли». Соответственно, если что-то не то начинает происходить с погодой у них, то это сразу же подаётся как глобальная

проблема, никак не меньше. Сейчас говорят о «глобальном» повышении температуры на 1–2 градуса. Хотелось бы напомнить, что, например, в Сахаре +50 °С, а на станции «Восток» в Антарктиде бывает и −89 °С. Таким образом, диапазон температур на поверхности Земли превышает 140 градусов, а соответственно, в разных климатических зонах **всегда** будут нужны где-то панамка, а где-то дублёнка. И если в каком-то месте Земли наблюдается некоторое потепление, то скорее всего, это эффект региональный, связанный с изменчивостью морских и воздушных потоков в данной части земного шара. В иных, ненаселенных регионах эффект может быть и другим. В целом, вопрос о полноте, достоверности и представительности собираемых метеоданных, их соответствия всей глобальной картине в целом остаётся, по-видимому, открытым.

В-третьих, говоря о вариациях климата, всегда необходимо чётко определять интервал времени, о котором идёт речь. Один достаточно остроумный участник Турнира написал, что нам нужнее дублёнка, ведь Турнир проходит в октябре, а впереди — зима! С точки зрения интервала времени в несколько месяцев — это абсолютно верно. Как верно также заметила Эльвира Гайсина: «Климат — это многолетний режим погоды, и судить об изменении климата мы сможем лишь через 100 лет».

Рассмотрим для начала эволюцию нашей планеты в целом. Действительно, на стадии формирования самой Земли (4500–4000 млн. лет), когда происходило выпадение на неё других планетозималей, её поверхность скорее всего была разогрета выше 1000 К. После утраты первичной водородно-гелиевой атмосферы (4000–3500 млн. лет) и перехода ко вторичной (углеродно-азотной) парниковые эффекты, аналогичные венерианским, скорее всего не позволяли остывать земной поверхности ниже 200–400 °С. Постепенное захоронение растениями углекислого газа и накопление ими кислорода (примерно 1/100 часть от современного количества 2000 млн. лет назад и 1/10 часть — 600 млн. лет) «позволило» Земле остыть ниже 100 °С, и сформироваться земным океанам. Наконец, в районе 250 млн. лет назад случился первый геологический ледниковый период. Таким образом, на интервале времени геологической жизни нашей планеты порядка 4 млрд. лет, можно точно утверждать, что Земля заметно (на 1000 градусов) **остывает**.

Считается, что 250 млн. лет огромный кусок суши под названием Гондвана находился в южном полушарии. Это блокировало океанские течения и перераспределение ими тепла по земному шару, что и привело к глобальному похолоданию и даже оледенению части южного материка. В свою очередь, это стимулировало биологическую эволюцию, хвойные растения полностью вытеснили каменноугольные леса, а позднее появились и первые млекопитающие. После распада Гондваны 150–100 млн. лет назад на отдельные куски (Южная Америка, Африка, Антарктида, Австралия, Индостан) климат вновь стал теплее, чем сейчас, и поверхность земли захватили гигантские рептилии. Таким образом, можно сказать, что вследствие движения материковых плит на интервале 250–100 млн. лет имело место значительное (на 20–30 градусов) глобальное **потепление**.

Тёплый климат привёл вновь к бурному развитию растительности в её современном виде, и содержание кислорода в это время приблизилось к современ-

ному. Снижение содержания CO_2 способствовало накоплению известняковых осадков, и дальнейшему захоронению углерода уже по этому механизму (меловой период).

За последние несколько десятков миллионов лет на Земле прошло множество повторяющихся **оледенений** различной мощности, которые случаются нерегулярно, через 100–250 тыс. лет. Продолжительность каждого из них составляла около 50 тыс. лет. Считается, что климат Земли перешёл в **неустойчивое** состояние из-за ослабления парникового эффекта, с одной стороны, и перемещения в район Южного полюса материка Антарктиды, с другой. Динозавры закончились, на суше стали жить теплокровные животные, а 1–2 млн. лет назад появился и человек. Амплитуда оледенений за последние 1700 тыс. лет увеличилась, возможно, из-за появления льдов в Арктике. Около 20–15 тыс. лет назад наступил максимум оледенения, сопровождавшийся наибольшим распространением материковых льдов в северном и морских в южном полушарии. При этом уровень мирового океана опускался на 100 м ниже современного, а содержание CO_2 в атмосфере падало до 0,02 %. Сейчас мы живём в **межледниковье**, последнее по счёту оледенение закончилось примерно 11 тыс. лет назад, так что можно утверждать, что на этом интервале времени также имеет место глобальное потепление, а предстоит нам не менее глобальное **похолодание**.

На интервале за последние 2000 лет происходили как относительные потепления (около 800–1200 гг), так и «малые ледниковые эпохи средневековья» (1400–1800 гг). Причины этих колебаний также точно не ясны. Среди возможных факторов называют изменения в солнечной активности (т. н. маундеровский минимум солнечных пятен), взрывные извержения вулканов и другие. На интервале инструментальных наблюдений за последние 100 лет можно предполагать некоторое увеличение температуры на 0,5 °C. Однако, поскольку в южном полушарии представительность данных очень низка (80 % площади приходится на океан), то этот результат трудно проверить.

Хотелось бы подчеркнуть, что требуется большая осторожность при анализе возможных причин колебаний глобального климата. По-видимому, чисто астрономические причины в данном случае не играют заметной роли. Например, изменения интенсивности излучения Солнца в зависимости от 11-летнего цикла солнечных пятен составляют около 0,05%. Данных об изменении солнечного излучения на интервалах до тысяч лет не имеется. Изменения параметров орбиты Земли могли бы повлиять на количество света, получаемого Землей, однако, все эти эффекты весьма малы. Во всяком случае, специалисты в области астрономии не склонны сводить проблему климата к внешним космическим факторам.

Система глобального климата представляет собой очень сложную, многофакторную, сильно переменную систему, имеющую собственные внутренние ритмы. Гораздо большую значимость имеют причины внутреннего характера: перемены в вулканической активности, изменения биосферы и ее обратные влияния на газовый состав атмосферы, собственные циклы теплового баланса между земной корой, океаном и атмосферой. «Предсказывать будущее бесполезно — человек непредсказуем» (Александр Алексеев).

Широко обсуждаемые в последние годы проблемы глобального потепления вследствие антропогенных выбросов в атмосферу пыли и парниковых газов

(прежде всего CO_2), действительно являются актуальными и заслуживают рассмотрения. Следует, однако, помнить, что все анализируемые взаимосвязи пока ещё представляют собой небесспорные модели. Разумеется, деятельность, направленную на сокращение индустриальных выбросов человечества, следует всемерно поощрять и поддерживать. Опасность того, что под воздействием наших «достижений» атмосфера Земли перейдёт в иное состояние, действительно существует. «Гадить» нехорошо, это очевидно. Не исключено, однако, что наша планета может и вовсе не заметить присутствия на своей поверхности такого странного образования, как человечество (как, впрочем, и его отсутствия).

И вот, кстати, через 2000 лет у Земли вовсе не будет магнитного поля (см. вопрос № 9, стр. 1153) — и что тогда? Наверняка это повлияет на глобальный климат, но в какую сторону? «Так что покупайте и дублёнку, и панамку. Кто знает, что случится в будущем» (Максим Геращенко).

Типичные ошибки:

— С каждым годом температура повышается на 0,5 °C, следовательно, через 20 лет будет на 10 °C теплее.
— Нас ожидает потепление, т. к. литосферные плиты движутся, и экватор приближается к нам.
— Потепление на Земле выгодно только для России.
— Мы передвинулись на Северный полюс.
— Земля движется вокруг Солнца по эллиптической спирали.
— Солнце не справлялось с отоплением планеты, и настал ледниковый период.
— Во время динозавров экология была намного лучше, чем в наше время.
— Загрязненные слои препятствуют выходу теплого воздуха за пределы атмосферы.
— Воздух застаивается, прогревается из-за дыхания людей, выхлопных газов.
— Земля может перевернуться, и в будущем нам нужно будет носить панамки.

Нетривиальные версии:

— Нам нужна Панама!
— Наконец-то в России будут расти бананы!
— Глобальное потепление произойдет примерно в 2149 году.
— Земная кора опускается и поднимается, а при увеличении высоты, как известно, становится холоднее.
— Земля потихоньку растет, потому что листья падают.
— Планета Земля только-только зародилась, она пыталась найти своё место в Солнечной системе и она то отдалялась от Солнца, то приближалась.
— Например, раньше было 4 луны.
— То Солнце ослабит притяжение, то усилит.
— Наша Вселенная устроена спиралеобразно, и когда мы на разных её концах, то климат разный.
— Динозавры исчерпали запасы пищи, и тогда началось похолодание.
— Атмосфера становится тоньше из-за загрязнения атмосферы.
— Парниковый эффект объясняется тем, что воздух из атмосферы падает на землю, нагревается, а обратно в атмосферу не уходит.
— Земля попала в тень, и произошло резкое похолодание.

— Люди дышат кислородом, выделяя углекислоту. Происходит парниковый эффект. Если люди этого не остановят, панамка нам не поможет.
— Нам будут нужны противогазы и плащ от кислотного дождя.
— Потепление хотя и дело рук человека, но все же природа сильнее.
— Африка вставала на место Антарктиды, а потом возвращалась назад.
— Лучше дублёнка, ее можно продать и купить много панам.
— И то и другое неплохо иметь.
— Бедуины в жару носят ватные халаты, так что дубленка всё равно нужна.
— В дальнейшем будущем нам нужнее всего будет покинуть эту планету.

Критерии оценок:
Изменчивость глобального и регионального климата — 1;
Различные времена изменений — 2;
Возможные причины и механизмы — 3;
Возможные перспективы — 2;
Итого баллов — 8.

Вопрос № 9. *Во время плавания Колумба (1492 год) стрелка компаса, которая (как всем тогда было известно) притягивается Полярной звездой, неожиданно отклонилась от своего нормального положения. Чем было вызвано это явление? На какую величину она отклонилась? А может ли стрелка компаса показывать на юг?*

Ответ. За счёт магнитного склонения стрелка компаса отклонилась к западу на 5–7 градусов (возможно, больше). Стрелка может показывать на юг (склонение 180°) на линии между северным географическим и геомагнитным полюсом.

Комментарий. В книге Вашингтона Ирвинга «Жизнь и путешествия Христофора Колумба» читаем: «Вечером 15 сентября (1492 г.), в двух сотнях лиг от острова Ферро, Колумб впервые обратил внимание на отклонение стрелки компаса, которого ранее никогда не наблюдалось. Уже в сумерках он приметил, что стрелка не указывает на Полярную звезду, а повёрнута к северо-западу на полчетверти румба, или на пять с лишним градусов, наутро же отклонение было ещё больше. Поражённый этим обстоятельством, он в течение трёх дней внимательно следил за компасом и обнаружил, что отклонение стрелки увеличивается по мере продвижения вперёд. Сперва он умолчал об этом явлении, зная, как легко можно встревожить моряков, но вскоре оно было замечено кормчими и повергло их в ужас. Колумб употребил все свои знания и изобретательность, изыскивая доводы, могущие рассеять их страхи. Он говорил, что стрелка компаса указывает не на Полярную звезду, а на неподвижную и невидимую точку. Следовательно, отклонение ее связано не с негодностью компаса, а с движением самой звезды, которая подобно другим небесным телам, подвержена переменам и вращению и ежедневно описывает круг у полюса. Репутация высокоучёного астронома в глазах кормчих придала весомость его объяснению, и их беспокойство улеглось».

В данной ситуации Колумб, действительно, проявил удивительную изобретательность в нахождении аргументов в условиях знаний того времени, когда не было известно ни системы мира Коперника, ни магнитного поля Земли, ни движения ее оси и полюсов, ни собственных движений звёзд. Действительно,

стрелка компаса показывает **не** на Полярную звезду, а Полярная звезда, действительно, **вращается** вокруг полюса мира.

Разберёмся сначала со звёздой. В современную эпоху (J2001.5) звезда α Ursa Minor (видимая звездная величина $\mathrm{m} = 2,02$) имеет склонение $\delta = +89°16'14''.33$ и отстоит от полюса мира на величину $43'45''.67$. Соответственно, она в течении суток описывает вокруг полюса круг этого радиуса, который почти в 3 раза больше видимого размера Солнца или Луны. Кроме этого, данная звезда относительно недолго носит имя «Полярная». Вследствие прецессии земной оси (см. вопрос №1, стр. 1120) полюс мира перемещается по небу мимо Полярной звезды со скоростью около 0,5 градуса за 100 лет. Так что в Древнем Египте (5000 лет назад) «Полярной» была звезда α Дракона, в начале нашей эры ярких звёзд у полюса вообще не было, через 2000 лет «Полярной» станет γ Цефея, а через 12000 лет — Вега (α Lyr). Во времена Колумба, 500 лет назад, Полярная звезда отстояла от полюса примерно на 3,5 градуса и описывала суточный круг в 7 градусов, или почти в 5 раз больше, чем теперь. Этот эффект не мог быть неизвестен астрономам того времени. По величине это соответствует наблюдавшемуся Колумбом эффекту, но, разумеется, не по периоду, поскольку стрелка компаса не притягивается (и никогда не притягивалась) Полярной звездой и не демонстрирует таких суточных колебаний.

Точности ради отметим также, что ось вращения Земли (которой соответствует северный географический полюс на поверхности Земли и полюс мира на небе) сама совершает вековые квазикруговые движения внутри тела Земли с амплитудой около 30 метров. Кроме этого, за счёт движения континентов за прошедшие 500 лет берега Атлантического океана разошлись на величину около 10 м. Разумеется, что для обсуждаемой проблемы данные эффекты несущественны.

Наиболее существенным является факт несовпадения магнитных полюсов Земли и географических. Северный геомагнитный полюс имеет координаты: 76° с. ш. и 101° з. д. (на 1970 г.). Стрелка любого компаса намагничена, и её положение в пространстве определяется взаимодействием с силовыми линиями окружающего магнитного поля. Угол между направлением невозмущённых силовых линий магнитного поля Земли и направлением на северный географический полюс называется **магнитным склонением**. В каждом месте Земли оно разное, при отклонении стрелки к востоку от меридиана оно считается положительным, а при отклонении к западу, как у Колумба, — отрицательным. Если следовать из Европы в Америку примерно по пути Колумба, то магнитные склонения к западу в современную эпоху буду составлять (примерно): в Генуе 5°, в Гибралтаре 10°, на Канарских островах 15°, в середине Атлантики около 20°, у Бермудских островов 10°, на Гаити 5°, на Кубе и во Флориде — 0°.

Природа магнетизма Земли (и других планет) до сих пор хранит много загадок. Предполагается, что глобальное геомагнитное поле возникает благодаря т. н. «динамо-механизму», связанному с гидродинамическими движениями в жидком ядре Земли. Для магнитного поля существенны, по-видимому, также и другие факторы, например, приливное воздействие Луны. Не будем, однако, сильно упрекать рулевых Колумба в незнании свойств магнитного поля и компаса. Ведь, например, ещё современники Ньютона всерьез обсуждали, как влияет

на показания компаса натирание его. . . чесноком, или «известное» свойство компаса, позволяющее мужу «контролировать» верность жены. Тогда же, в 1700 г. Эдмунд Галлей составил первую карту магнитных склонений для мореплавания, только через 200 лет после открытия этого эффекта Колумбом.

В целом структура земного магнитного поля очень сложна, и только в первом, самом грубом приближении его можно представлять в виде диполя. На самом же деле, условный центр магнитного поля сейчас смещён относительно центра Земли почти на 500 км в сторону Тихого океана, а геомагнитная ось наклонена к оси вращения Земли на угол 11°. Напряжённость магнитного поля Земли также сильно меняется в разных районах земного шара. От северной до центральной части Атлантического океана, например, она уменьшается в два раза: от 0,550 до 0,250 эрстед.

Однако наиболее сложной проблемой геомагнетизма является сильная переменность магнитного поля Земли. Все его параметры: склонение, наклонение, напряжённость, локальные аномалии, — изменяются так, как если бы поле вращалось внутри твёрдого тела Земли. Это явление, известное как «западный дрейф» геомагнитного поля, происходит со скоростью до 0°.2 в год (т. е. один оборот за 1800–2000 лет). Оба геомагнитных полюса также перемещаются по поверхности Земли, изменяя при этом и свою долготу, и широту. Например, в Лондоне за период измерений около 400 лет магнитное склонение «гуляло» в диапазоне более 30° (!) и составляло +11° в 1600 г., −21°.5 в 1860 г., −10°.0 в 1960 г. Точную картину магнитного поля Земли по состоянию на 1492 г. восстановить трудно, поскольку существуют различные модели его динамики. Не исключено, что во время плавания Колумба в Европе склонение составляло около 5° к востоку, а северный геомагнитный полюс мог находиться где-то в районе Гренландии или даже Исландии. В этом случае сам факт несоответствия стрелки компаса направлению на Полярную звезду Колумбу, как опытному мореплавателю и космографу, должен был быть известен заранее, поразило же его изменение положения стрелки в разных районах Океана. Дополнительную интригу в «дело» о магнитном склонении вносит то обстоятельство, что это явление вполне могло быть открыто и теми португальскими мореплавателями, которые шли в Индию путем «на восток», если бы они во время плавания могли бы постоянно видеть Полярную звезду в качестве репера. Но, огибая Африку с юга, естественно, они теряли её из виду.

Помимо неоднородностей глобального геомагнитного поля, порождаемых глубинными процессами в ядре и мантии, наблюдаются также его региональные и локальные **аномалии**, связанные с месторождениями магнитных минералов в земной коре. Наиболее известным примером являются залежи железной руды в районе Курской магнитной аномалии, где напряжённость поля достигает 2 Э, что почти в 4 раза превышает нормальные значения. На маршруте Колумба подобных локальных аномалий не выявлено, но, в принципе, за 500 лет локальная структура магнитного поля в Атлантике тоже могла заметно измениться.

Помимо вековых вариаций, магнитное поле Земли обнаруживает быстрые колебания с периодом от нескольких дней до нескольких секунд. Существуют колебания, связанные с солнечными сутками и с периодом обращения Луны, а также локальные и перманентные возмущения. Наибольшие неприятности до-

ставляют т. н. «магнитные бури», порождённые мощным воздействием корпускулярного излучения Солнца (солнечного ветра) на магнитосферу Земли. Примерно раз в год случаются бури с амплитудой возмущений до 0,015 Э, мощностью до 10^{19} эрг/с и полной энергией до 10^{24} эрг. Токи в магнитосфере при этом составляют 60000–100000 ампер, а в околополярных районах высыпающиеся в атмосферу частицы вызывают яркие «полярные сияния».

Наконец, сама величина напряжённости глобального магнитного поля Земли очень быстро уменьшается: примерно на 5% за столетие. Это означает, что примерно через 2000 лет оно полностью исчезнет (!).

Как было отмечено, стрелка компаса может показывать на юг (магнитное склонение 180°) на линии между северным географическим и геомагнитным полюсом. Строго говоря, геомагнитным полюсом называется то место на поверхности Земли, где силовые линии магнитного поля расположены вертикально, соответственно, стрелка компаса там показывает... **вниз**.

Типичные ошибки:

— Колумб сбился с курса.

— Отклонение стрелки было вызвано из-за схода Полярной звезды с орбиты.

— Полярная звезда осталась на своём месте, а Земля сдвинулась.

— Корабль находился примерно между северным и южным магнитным полюсами.

— Колумб пересёк границу положительного и отрицательного полюсов, т. к. он пересёк 180 меридиан.

— Колумб близко подошёл к северному магнитному полюсу.

Нетривиальные версии:

— Стрелка может показывать то на юг, то на север, смотря куда мы будем двигаться.

— Стрелка компаса была притянута ещё какой-то планетой.

— Стрелка отклонилась на Южный Крест.

— В южном полушарии небо зеркальное северному, т. е. полярная звезда стала находиться на юге.

— Колумб переплыл в южное полушарие, а Полярная звезда осталась на другой стороне неба.

— Стрелка раньше притягивалась Полярной звездой, а когда Колумб открыл Америку, она стала притягиваться северным магнитным полюсом.

— Не может показывать на юг, потому что на севере больше магнитного излучения.

— На юг стрелка показывать не может, т. к. магнитный полюс у Земли всего один.

— На севере есть магнитный полис.

— В то время люди жили только в восточном полушарии.

— Корабли плыли мимо небольшого магнитного поля.

— Он встретился с металлическими подводными скалами.

— Он плыл вдоль берега Саргассова моря, в котором в связи со столкновением течений разной температуры образуется большое электромагнитное поле.

— Я не знаю, на какую величину отклонилась стрелка, но Колумб плыл в Ин-

дию, а открыл Америку.
— Какой-нибудь рассеянный матрос забыл под компасом какую-нибудь железяку.
— Стрелка компаса могла перезарядиться молнией, тогда её показания изменятся на 180°.
— От перемещения материков.
— Отклонилась из-за того, что наступило другое время года.

Критерии оценок:
Наблюдение Колумба — 1;
Отличие магнитного полюса от географического — 1;
Отличие географического полюса от Полярной звезды — 2;
Динамика магнитного полюса и перемагничивание — 3;
Динамика астрономического полюса — 2;
Местные магнитные аномалии — 2;
Магнитные бури — 2;
Направление стрелки компаса на юг — 1;
Итого баллов — 14.

Вопрос № 10. *«Титаник» был на момент постройки (1912 год) самым большим пассажирским пароходом в мире и шёл на побитие рекорда по скорости. Почему столь огромные суда стали нужны? Почему капитан отклонял курс корабля к северу, хотя Нью-Йорк расположен на 10° широты южнее Лондона? Какие самые важные, на Ваш взгляд, последствия имела данная транспортная стратегия и какие суда ещё бóльших размеров Вы знаете?*

Ответ. Отклонение трассы к северу соответствует кратчайшему пути с учётом океанских течений. Огромный по числу флот пароходов рекордной вместимости потребовался для перевозки беспрецедентного числа эмигрантов из Европы в Америку.

Комментарий. «Титаник» вошёл в историю нашей цивилизации прежде всего, как пример человеческой самонадеянности, тщеславия и гордыни. «Сам Господь Бог не сможет потопить этот корабль», — из рекламы фирмы «White Star» тех лет. Результат известен. К сожалению, до сих пор любая человеческая деятельность, особенно технологическая, всегда связана со значительными факторами риска и неопределённости.

Северная Атлантика, связывающая Старый и Новый свет, всегда была наиболее напряжённой судоходной линией, и на протяжении 19 века пассажиропоток на ней непрерывно возрастал. В Европе после развёртывания промышленной революции значительные массы людей становились пролетариями, и в условиях высокой рождаемости это приводило к образованию многочисленного населения, живущего на уровне нищеты. Америка, с другой стороны, в условиях огромных свободных пространств, экстенсивного развития и мощного промышленного подъёма предоставляла широкие возможности для свободного применения труда и представлялась многим переселенцам «землей обетованной». Как образно сформулировала Надежда Степичева: «1912 год — год, когда только-только страны стали переходить на демократию, люди хотели почувствовать себя не

„затёртыми“ рабами своих господ, а свободными людьми, поддерживающими прогресс. Вот и понадобились большие суда».

В результате бурного развития судостроения, увеличения тоннажа и технических параметров судов был сформирован специальный флот регулярно отходящих судов, главным назначением которых была перевозка людей в Америку «по конвейеру». К первому десятилетию 20 века ажиотаж пароходных компаний Англии и Америки вокруг приза «Голубая лента Атлантики» достиг своего апогея. Этот символический приз присуждался за самый быстрый переход через океан по линии Лондон—Нью-Йорк. Обладание этим призом помимо престижных соображений и контрактов на перевозку правительственной почты служило мощным рычагом конкурентной борьбы за пассажиров.

Гонка разворачивалась следующим образом. В 1838 г. судно «Грейт Вестерн» со скоростью 8 узлов[1] сделало переход за 15 суток. В 1871 г. пароход «Оушеник» показал скорость 14,5 узлов. В 1888 г. «Сити оф Парис» имел 20 узлов и шёл почти 6 суток. К 20 веку мощности паровых машин возросли до 5000 л. с., а скорость до 22,5 узлов. В 1906 г. фирма «Кунард» построила пароход «Кампания» длиной 209 м и водоизмещением 36000 т., в 1907 г. — «Лузитания» имела 247 м длины, 36000 т водоизмещения и ход в 25 узлов. В 1907 г. в Атлантике работало уже 116 лайнеров-турбоходов. Наконец, в 1909 г. фирма «Кунард» создала «Мавританию» с параметрами: 240 м, 36000 т., 78000 л. с., 28 узлов. Этот рекордсмен совершал трансатлантический переход меньше, чем за 5 дней (!).

По словам Владимира Григорьева: «В то время была гонка за всем большим». Особенно острым перед первой мировой войной стало соперничество в области строительства больших судов между Англией и Германией:

Страна	Корабль	Длина, м	Тоннаж, т
Англия	Аквитания	275	45000
Англия	Олимпик	269	52000
Германия	Император	280	60000
Германия	Фатерланд	289	65800
Германия	Бисмарк	291	64000

В этих условиях в 1909 г. фирма «White Star» заказала два однотипных судна: «Олимпик» и «Титаник». Они имели следующие параметры: длина 269 м, тоннаж 52000 т., мощность 55000 л.с., ход 22,5 узла (максимально до 25 узлов), вместимость 3500 пассажиров. «Олимпик» первым вышел в рейс 20 сентября 1911 г. Таким образом, следующий, — «Титаник», был **не** самый большой и **не** самый быстрый пароход своего времени.

Широкая реклама линии «Белая звезда» шла под лозунгом: «Умеренная скорость, но повышенный комфорт». Главный фактор, на чём фирма хотела «сыграть» — это роскошь. Пароход предоставлял все удобства большого города, он был своего рода плавучий палас-отель, «экспресс миллионеров». На нём собрались самые богатые и известные люди того времени, несколько десятков «королей» бизнеса. Номер «супер-люкс» на нём стоил 4350 долл. (около 50000 долл. сейчас). Это был уже не столько собственно транспорт, а скорее место

[1] 1 узел = 1,87 км/ч

светских и деловых встреч «высшего общества». «Титаник» также рекламировался как непотопляемый и самый безопасный лайнер в мире; как говорили его пассажиры: «да за такие деньги он не утонет».

Кораблестроитель академик А. Н. Крылов дал такую оценку непотопляемости «Титаника»: «Богатая публика в обеспеченности корабля ровно ничего не понимает, требует не безопасности при аварии, а роскоши и удобства, ей надо, чтобы океанский переход мало чем отличался от непрерывного пикника с концертами и балами: а третьеклассных эмигрантов загоняли в нижний дек, где им было не многим просторнее, чем баранам в отаре». Большинство книг и фильмов про «Титаник» показывают только 1 класс, а чтобы понять условия 3 класса, полезно посмотреть фильмы про эмигрантов Ч. Чаплина. Как утверждают некоторые источники, по приказу американской иммиграционной службы пассажиры 3 класса (иммигранты) были закрыты внизу на ключ без права доступа на верхние палубы.

Заметим также, что «Титаник» шёл **не** из Лондона. Вообще, с середины 19 века большинство, а с 20 века все крупные суда с пассажирами из Англии отправлялись из Саутгемптона, который является большой океанской бухтой на юге Англии, а в устье Темзы они бы просто не поместились. «Титаник» 10 апреля 1912 г. вышел из Саутгемптона в Шербур, а затем 11 апреля — в океан. Он имел на борту 1316 пассажиров и 891 члена экипажа, всего 2207 человек (т. е. 38% плановой загрузки).

14 апреля 1912 г. в 23–40 в точке с координатами 41°46 с.ш. 50°14 з.д. при скорости 22,5 узла на расстоянии 926 м прямо по курсу был замечен айсберг. Несмотря на манёвр, через 38 сек произошло касание его подводной части, и корпус судна получил прорезь шириной несколько десятков сантиметров и длиной около 100 м. Из 16 водонепроницаемых отсеков судна 5 были прорезаны, в результате его погружения произошло затопление 6-го, а затем и последующих отсеков. В полном соответствии с действовавшими требованиями Британского кодекса торгового мореплавания пароход имел 20 спасательных шлюпок, которых было достаточно для посадки 1178 человек, т. е. для 50% людей, находившихся в этот момент на борту и 30% от плановой загрузки. «Титаник» затонул в 02 ч 20 мин (общее время погружения составило 2 ч 40 мин) при штилевой погоде и температуре воды −2 °С.

Как было показано на следствии, допуск пассажиров 3 класса на палубу произошёл в 01 ч 15 мин, когда большинство шлюпок от корабля уже ушло. Всего было спасено 703 чел из 2207, при этом спаслись 33% мужчин из 1 класса и всего 30% детей из 3 класса. Некоторые шлюпки были полупустыми, и впоследствии с воды ими было подобрано всего 13 чел. Иными словами, на «Титанике» осуществлялось «спасение по классам», право на жизнь зависело от цены билета и было предоставлено в первую очередь т. н. «высшему» обществу.

Сам «Титаник» был обнаружен на глубине около 4000 м в 1986 г. Глубоководные съёмки показали, что при затоплении корпус корабля под действием собственной тяжести разорвался надвое. Корма судна отделилась и оказалась на дне на расстоянии 1600 м. Основная часть корабля с ходу врезалась и глубоко погрузилась форштевнем в грунт, а затем также разломилась. В итоге корпус оказался разделённым на 3 части.

Прямое отношение к наукам о Земле и астрономии имеет, в отличие от вышеизложенного, вопрос о выборе курса для «Титаника». Многие из участников Турнира почему-то решили, что курс самого корабля был повёрнут на 10° к северу от западного направления, т. е. корабль якобы шёл по азимуту 280° (запад-северо-запад). Некоторое даже написали, что он пошёл из Лондона прямо на север. Это, разумеется, неверно, а последнее так и просто невозможно (там суша). В тексте вопроса обращается внимание, что это Лондон находится севернее Нью-Йорка на 10° по широте, а корабль, тем не менее, от западного направления отклонялся по курсу не на юг, а на север. Напомним, что широта Лондона — 51°30', Саутгемптона — 50°55′, Нью-Йорк расположен на 40°20′, а место катастрофы — на 41°46′ с. ш. Действительно, обычная трасса судов из Ла-Манша в Нью-Йорк сначала огибает с юга Корнуэллский полуостров Великобритании, а затем плавно поднимается к северу всего на 1–2 градуса по широте. Корабль на трассе никогда не становится севернее самого Лондона, а после 20° з. д. уже начинает опускаться к югу.

Данная «выпуклость» к северу объясняется сферической формой земного шара. Из геометрии известно, что кратчайшей линией на сфере между двумя точками является дуга большого круга, т. е. секущая плоскость должна проходить через центр сферы. Нетрудно сообразить, что поскольку плоскости больших кругов должны проходить через центр Земли, то линии кратчайших расстояний, соединяющие точки северного полушария, будут выгибаться к северу, и тем сильнее, чем больше разница долгот между конечными пунктами. Естественно, что трассы морских и воздушных судов по возможности приближены к линиям кратчайших расстояний. Поэтому, в частности, самолёты из Москвы во Владивосток летят через Таймыр и Якутск, а кратчайший беспосадочный маршрут из Москвы в Америку лежит через Северный полюс (перелёт Чкалова 1937 г.). Как справедливо отметил в своей работе Алексей Орловский: «моряки используют карты в меркаторской проекции, т. к. на них кратчайший маршрут — прямая линия».

Однако, помимо чистой сферической геометрии есть ещё один мощный геофизический фактор, влияющий на судоходство: течения. Господствующим в северной Атлантике является Гольфстрим — тёплое океаническое течение, которое идёт от Мексики, огибает Флориду, далее идёт вдоль восточного побережья США до широты Нью-Йорка, затем на северо-восток посреди Атлантического океана, окружает с севера Британские острова, входит в Норвежское и далее в Баренцево море. Его ширина 50–75 км, скорость 4 узла на поверхности и около 1 узла на глубине 400 м. Температура воды на широте Флориды изменяется от +9°C на востоке до +20°C на западном краю течения.

Естественно, что для судов, «бьющихся» за «Голубую ленту Атлантики», где для победы важны даже доли узла, «океанская река», идущая со скоростью 4 (!) узла навстречу, является более чем существенным препятствием. Можно двигаться все время южнее Гольфстрима и пересечь его непосредственно перед Нью-Йорком. В этом варианте все льды будут отсечены тёплым течением; это безопаснее, но... дольше. Поэтому пассажирские лайнеры сначала, поднимаясь к северу, пересекали Гольфстрим западнее Великобритании и выходили в зону спокойных вод южнее Гренландии, там, где холодные «северные» воды, при-

шедшие из Арктики, встречаются с водами Гольфстрима и опускаются вглубь океана. Затем южнее Ньюфаундленда суда входили в попутное Лабрадорское течение , по которому вдоль американского берега уже спускались до Нью-Йорка. Выбор конкретного маршрута зависел от сезонных перемен в течениях, штормовой и ледовой обстановки по пути следования.

По оценкам, в северной части Атлантического океана образуется в среднем 7500 айсбергов в год, которые затем Гренландским и Лабрадорскими течениями выносятся к югу, на судоходные трассы. Из выступления на суде сенатора Исидора Рейнера: «северная трасса, по которой шёл „Титаник“, была выбрана по приказу самого господина Исмея (директор-распорядитель компании). Он рисковал жизнями всех находившихся на судне людей, чтобы сделать быстрый океанский переход».

Вопрос о последствиях обсуждаемых событий не сводится только к пересмотру правил безопасности плавания и спасения людей на море (хотя и это, конечно же, очень важно). Ведь речь идёт о транспортной стратегии всего данного исторического периода. По-видимому, можно выделить и обсуждать два фактора, имеющих глобальную и историческую значимость.

По оценкам, за период 1904–1914 гг. из Европы в Новый свет было переправлено около 20 млн. человек. Это целая европейская страна(!). Это больше, чем все людские потери в 1 мировой войне, больше населения Московского региона в современную эпоху, сопоставимо с нашими потерями в Великой Отечественной войне. Это намного превосходит все прежние Великие переселения народов. Поэтому, во-первых, можно, пожалуй, утверждать, что американцы 19 и 20 века — это две разные нации. Кстати, когда поток людей в Новый свет составил около 5000 человек в день (это два полных «Титаника» ежедневно (!)), американцы первыми в мире и именно для иммигрантов (т. е. будущих собственных граждан) применили такое административное изобретение, как концлагеря, хотя теперь, возможно, несколько стесняются этого.

Собственно сам «Титаник» играл роль «образцово-показательного» парохода, так сказать, «для белых». В то же время подавляющее большинство судов, особенно из Германии, Италии и других беднейших стран, набивались «под завязку» и были обычными «скотовозами». Утверждают, что существовали проекты судов ещё большей вместимости (до 5000 человек), но их просто не успели реализовать.

Вторым важнейшим фактором, имевшим далеко идущие последствия, стало то, что история «Титаника» предельно наглядно продемонстрировала пропасть между социальными слоями людей: первый и третий класс — это два разных мира. «Титаник» воспринимался как трагедия не судоходная, а социальная. Спасение людей «по билетам» показало истинную цену т. н. «демократии» и т. н. «свободы». Кроме этого, впервые счёт жертв не в военном, а сугубо в техническом мероприятии пошёл на тысячи. Человеческая жизнь резко подешевела, и это воспринималось как психологический шок. Писатель Том Шейзл писал: «Это был не просто корабль, это была капсула времени, унёсшая с собой в могилу весь блеск и тщеславие „золотого века“». Закончился романтический 19 век, и через 28 месяцев после гибели «Титаника» началась эпоха мировых войн и революций.

Во время как первой, так и второй мировых войн пассажирские лайнеры, как правило, использовались в качестве войсковых транспортов на тех же линиях. В 1915 г. не менее знаменитый лайнер «Лузитания» был торпедирован немецкой подлодкой и затонул всего за 20 мин.

После окончания 1 мировой войны гонка в Атлантике вновь разгорелась с новой силой. Сначала итальянский пароход «Рекс» показал 28 узлов. Затем в октябре 1932 г. во Франции была построена «Нормандия»: 312 м, 79200 т., 160000 л. с., 30 узлов. Великобритания ответила на вызов, создав в августе 1938 г. «Куин Мэри» (311,9 м, 81200 т., 31,69 узла), а в сентябре 1938 г. «Куин Элизабет» (314,4 м, 83000 т.). Это было самое большое в истории мирового судостроения пассажирское судно. По-видимому, последним рекордсменом среди регулярных лайнеров стал корабль «Юнайтед Стайтс», показавший в 1952 г. скорость 35,59 узлов.

Некоторым эпизодом в трансатлантических перевозках стало использование пассажирских дирижаблей, однако, как отметил в своей работе Глеб Черняков: «дирижабли перестали активно использоваться после катастрофы „Гинденбурга“ в 1937 г.». К 1960 г. авиакомпании перевозили через океан уже 80% всех пассажиров. К концу 60-х гг. столь знаменитая ранее «Кунард лайнз» разорилась, а обе её «королевы» стали плавучими гостиницами. По словам Саши Пирогова: «корабли-гиганты стали детьми того времени и с распространением самолётов перестали быть нужны, но мы все ещё помним гигантов Первой и Второй мировой войны».

Многие участники Турнира верно отмечали, что помимо перевозки пассажиров, наша цивилизация создала и использует до настоящего времени ещё большие суда для транспортировки жидких грузов (нефтяные супертанкеры) и для военного применения (авианосцы). Хотя, по ряду признаков оба эти типа судов, по-видимому, также уже достигли пределов и своих размеров, и своего применения.

Типичные ошибки:

— Все люди, как богатые, так и бедные мечтали прокатиться на нём.
— Капитан ушёл на север, чтобы не встречаться с другими судами.
— Капитан опасался попадания корабля на Бермудские острова.
— Отклонение от курса — совершался маневр по обходу какого-нибудь архипелага, чтобы не разбить корабль о рифы.
— После этого за скоростью уже так «не гонялись».

Нетривиальные версии:

— Такие суда стали нужны, чтобы перевозить больше полезных ископаемых.
— Плавать много раз туда-сюда было неудобно.
— За одно путешествие можно было собрать очень много денег.
— Люди хотели переселяться в Америку, где было все: от золота до удобной политической системы.
— Из-за большой солёности воды большие суда более водовместимы.
— Для славы и доблести!
— Капитан хотел проверить, насколько прочен «Титаник».
— Капитан хотел проплыть в Нью-Йорк через Северный полюс.

— Капитан отклонился из-за проблем с компасом.
— Капитан знал, что южнее есть горячее течение.
— Южнее были айсберги.
— Капитан показывал им местность. Его попросили показать им север. Ему пришлось это сделать.
— Капитан поручил управление кораблём боцману, который не знал этих мест.
— Капитан отклонял курс, чтобы не повторить ошибку Колумба.
— Капитан делал этот крюк, чтобы увеличить число дней плавания.
— Смещение корабля из-за влияния сил Кориолиса.
— Корабль имел большую инерцию, и если его курс вовремя не повернуть, он бы приплыл не в тот пункт назначения.
— Капитан был подкуплен конкурирующей компанией.
— Эта стратегия позволяла судовладельцам разбогатеть.
— Авиатранспорт не справлялся с потоками пассажиров.
— До сих пор точно неизвестно какое же судно затонуло: «Титаник» или «Олимпик».
— Большие суда стали не нужны, т. к. они могли причаливать только к небольшому числу пристаней.
— Лучше создавать маленькие суда и пускать их чаще.
— Лучше строить морские суда из дерева, а железо сразу тонет.
— Я знаю суперкрейсер длиной 2 км.
— Авианосец «Потёмкин».

Критерии оценок:
Размеры и емкость «Титаника» — 1;
Смысл победы в гонке «Голубая лента Атлантики» — 2;
Кратчайший географический курс — 1;
Гольфстрим и другие течения — 2;
Глобальная миграция — 2;
Социальные последствия катастрофы — 1;
Большие суда — 1;
Итого баллов — 10.

Вопрос № 11. *Вам «предложили» заселить некоторую иную планету. Какие принципиально необходимые условия Вам для этого потребуются? Какие основные этапы этой работы Вы предусмотрите?*

Подсказка. Во всякой шутке есть доля шутки, остальное, увы — правда.

Ответ. Если Вам такое «предложат», сделайте вид, что не расслышали. Ей-богу, не стоит.

Комментарий. Рекордное число участников представило свои соображения по вопросу № 11. Ему принадлежит, я думаю, большинство из всех написанных слов в работах по астрономии.

Вам никогда не приходили по почте извещения о подарках от какой-нибудь фирмы? А поучаствовать в беспроигрышных лотереях Вас не приглашали? Как, и даже в МММ или ГКО Вы не вступили? Так вот, далеко не на всякие предложения имеет смысл откликаться, и уж тем более не на все следует соглашаться.

Как говорят англичане: «Бесплатный сыр бывает только в мышеловке». Ну, а говоря серьёзно, любые возможные сценарии по реализации т. н. «предложения» по заселению иной планеты сопряжены с таким количеством проблем, прямых издержек и даже опасностей, что... А впрочем, всё по порядку.

Сценарий 1. «Космический корабль». Подавляющее большинство участников направило ход своих мыслей примерно по следующему пути. Мы, жители Земли, развиваем и дальше бурными темпами свою всевозможную технику. Методами межпланетных (межзвёздных) перелётов мы отправляем на другую планету некоторый передовой отряд инженеров и строителей, который из местных материалов начинает создавать базу-поселение. Все системы базы, особенно ее жизнеобеспечение, функционируют при этом полностью автономно от местных условий. По мере расширения посёлка туда отправляются дополнительные контингенты людей, которые там что-нибудь полезное делают. Живут они при этом также в замкнутом объёме и по замкнутым технологиям, но счастливо.

Нетрудно видеть, что основой такого типа рассуждений являются действительно впечатляющие успехи вахтовых работ на Севере, антарктических станций, пилотируемой космонавтики и экспериментов по моделированию простейших биоценозов в замкнутых объемах («Биосфера-1 и 2»). При всей пользе, необходимости и целесообразности перечисленных работ, нельзя не отметить, что все вышеперечисленные технологии прочно, тесно и однозначно привязаны к «Большой Земле», т. е. их стартовой базе. Все виды обеспечения предполагают регулярные внешние поставки, все виды ремонтных работ и аварийных ситуаций не мыслимы без соучастия внешних ресурсов и специалистов, пространственная и временная автономность всех перечисленных технологий незначительна и принципиально ограничена. Строго говоря, даже не столь важно, находится такая база на поверхности какой-либо планеты, или просто летает в космическом пространстве. Ближайшими перспективами этого направления является дальнейшее совершенствование и расширение орбитальных станций (от «Мира» к «Альфе»), обсуждаемые лунные станции и полёт человека на Марс (?).

Сценарий 2. «Колонизация и индустриальное освоение». Следующая, более смелая группа предложений сводилась к поиску и выбору планеты с условиями, приближенными к земным, заброске туда команды по начальному этапу сценария № 1, и далее расширенное воспроизведение там населения и всех возможных производств с полным использованием местных условий и ресурсов, фактическое «вхождение» в состав жителей-инопланетян. Данная стратегия основана на всем многотысячелетнем опыте человечества по расселению по «лику земли», освоению новых «целинных» земель, Нового Света и т. п. Думаю, наилучшим образом этот сценарий № 2 описан в терминах 19 века в романе Жюль Верна «Таинственный остров» (кстати, аналог сценария № 1 — это «Капитан Немо»). Следует вспомнить, что этот путь всегда был сопряжён с опасностями, трудностями, лишениями и даже жертвами, но в итоге экспансия человечества (или его отдельных частей) все время расширялась. Некоторые «тур-ломоносовцы» развили свои прогрессивные взгляды по этой линии до того, что на другой планете «создали» не только лёгкую и тяжёлую промышленности, но даже приступили к государственному и партийному строительству (да-да!, см. нетривиальные версии).

Абсолютно точно (убеждён, как говорил Черномырдин), что как только подобная «подходящая» планета человечеству подвернётся, судьба её будет решена однозначно (как говорил Жириновский) и бесповоротно, и именно так, как человечество всегда и поступало в аналогичных ситуациях. Планета эта будет перекопана, застроена, загажена и т. д. (см. вокруг себя). Все хорошее, что на этой планете имело несчастье находится до того, повторит судьбу инкских и ацтекских цивилизаций, коровы Стеллера, сумчатого волка, подснежников и многого другого, что помешало «прогрессивному человечеству» на этой планете.

Но, во-первых, ничего подходящего ни в нашей солнечной системе, ни в обозримых окрестностях не намечается. И во-вторых, а стоит ли повторять собственные «зады»? Получим ли мы от реализации сценария № 2 какое-нибудь новое знание? Научимся ли чему-нибудь, если тут не научились?

Сценарий 3. «Биосфера». Наиболее «реалистичные» люди исходили из того, что имеется в наличии, и пошли по пути «заселения» планет в условиях, которые нам на сегодняшний день предоставлены или которые можно ожидать в обозримом будущем. Этот путь предусматривает существенную трансформацию первичной атмосферы «незаселённой» планеты (некоторые оптимисты предполагали даже перестройку и её твёрдой поверхности), интродукцию (внесение) и последующую адаптацию некоторых видов растений и животных, формирование простейших биоценозов и последующее «встраивание» во вновь созданную биосферу планеты самого человека. Нетрудно заметить, что сценарий № 3 предполагает творческий синтез первых двух, т. к. начальные этапы преобразования планеты неизбежно происходят по № 1, а в случае успеха т. н. «реформ» (хм-хм:) впоследствии, в светлом будущем, реализуется и № 2. (О понятиях «биосфера», «заселение» и др. — см. глоссарий на стр. 1170).

Рассмотрев схематично возможные варианты, сформулируем теперь:

Необходимые условия для заселения. Очевидно, что сценарии № 1 и № 2 представляют собой две крайности: первый не требует по сути никаких условий, а второй — неимоверно сложные. Поэтому в дальнейшем остановимся на № 3.

Температура центрального светила. «Солнце — источник жизни», или уж по крайней мере, — источник энергии для функционирования подавляющего большинства биогеоценозов. Вряд ли для нас будут сейчас представлять интерес одиночные планеты, блуждающие в потёмках по глубинам космоса. Реально может быть заселена планета, входящая в систему около звезды главной последовательности спектрального класса от F (температура поверхности 7400 K) до K (4900 K). Во-первых, в окрестностях этих звёзд возможно формирование планетных тел (см. также вопрос № 5, стр. 1139), а во-вторых, они дают излучение, подходящее для процесса фотосинтеза (см. вопрос № 4, стр. 1136). Фотосинтез при прочих необходимых условиях может идти и при малой освещённости, например на Плутоне, но только с меньшей интенсивностью, но невозможен и в непосредственной близости от холодной звезды позднего класса.

Диапазон планетных орбит, эксцентриситет, вращение, наклон экватора, спутники планеты. Перечисленные параметры небесной механики прямо влияют на тепловой баланс планеты и её температуру. Известные нам биологические формы жизни способны существовать в достаточно узком диапазоне температур. Жаростойкость большинства высших растений не превышает +55 °C,

лишайников +100 °C, спор бактерий — до +140 °C. Понижение температуры существенно ниже 0 °C приводит к повреждению тканей и мембран клеток из-за образования кристаллов льда, обезвоживанию организмов, снижению скорости биохимических реакций, прекращению метаболизма. Возможно кратковременное замораживание в жидком азоте (−190 °C). Предполагается, что в условиях глубокого замораживания, в т. ч. космоса, длительное время могут сохраняться некоторые бактерии.

Для обеспечения нормального теплового баланса на поверхности, планета должна находиться не слишком близко, но и не слишком далеко от центральной звезды. В зависимости от реалистичных вариантов светимости звезды и альбедо планеты (ее отражательной способности), можно ожидать, что её орбита может находиться между 0,5 и 1,5 а. е. Эксцентриситет орбиты также не должен принимать слишком больших значений, иначе при изменении расстояния до звезды температура на планете может изменяться в несколько раз. Дисбаланс температур может произойти и при слишком большом периоде вращения планеты (день–ночь) или при большом наклоне экватора (зима–лето). Весьма желательным для стимулирования биологической эволюции является наличие у планеты достаточно близкого и относительно массивного спутника.

Диапазон масс планеты, уровень гравитации. Оптимальной для развития жизни на основе нуклеиновых и аминокислот является планета примерно с массой Земли $5 \cdot 10^{27}$ г. Маленькие планеты не смогут удерживать атмосферу и потеряют все запасы воды, а большие, напротив, удержат и сохранят в своей атмосфере летучие газы со времён своего формирования. Изменение массы планеты чувствительным образом влияет и на ход всей эволюции планетного тела, его внутреннее строение. При повышении гравитации изменяются температуры и давления всех возможных сред обитания, изменяется и баланс энергетических затрат организмов.

Химический состав. Базовыми химическими элементами для организации биологической жизни являются органогенные элементы (H, C, O, N), из которых в основном (до 60%) состоят белки и аминокислоты, и которые в космосе имеются в достаточных количествах (см. вопрос № 6, стр. 1144). По опыту нашей биосферы значительную (до 0,001%) долю массы живых организмов составляют также макроэлементы (P, K, Ca, S, Mg, Na, Cl, Fe и др.). В количествах до 0,000001% в организмах присутствуют жизненно важные микроэлементы (Mn, B, Co, Cu, Mo, Zn, V, I, Br, Al). Роль в жизнедеятельности ультрамикроэлементов (U, Ra, Ag, Hg, Be, Cs, Se и др. редкие элементы), содержание которых менее 10^{-8}, пока полностью не выяснена.

В космосе присутствуют сложные органические молекулы, до аминокислот и углеводов. Однако, если планета будет иметь существенные отличия химического состава от земного, то организация на ней биологической жизни будет или невозможна, или столкнётся с большими трудностями и приобретёт заведомо иные формы.

Дифференциация оболочек планеты. Разделение планетного тела на твёрдую и газообразную (как минимум) оболочки необходимо, по-видимому, для создания многоклеточных организмов. Можно предполагать, что в протопланетном облаке на определенных расстояниях от центральной протозвезды могли

быть условия, соответствующие условиям в атмосферах планет-гигантов. Вопрос о возможности существования простейших форм жизни в протопланетных газопылевых облаках, на планетозималях, кометных ядрах и т.п. неоднозначен.

Атмосфера планеты, прозрачность общая, спектральная. Атмосфера заселяемой планеты должна совмещать в себе несколько принципиальных функций. Во-первых, она должна защищать биологические организмы от жёсткого электромагнитного (ультрафиолет и выше) и корпускулярного облучения звёзды. В случае Земли «нижним» барьером от УФ служит озоновый слой (в эпоху до кислорода это могло быть поглощение в аэрозолях облачного слоя), а солнечный ветер экранируется магнитосферой (см. вопрос № 9, стр. 1153).

Во-вторых, атмосфера должна обладать достаточной прозрачностью в видимом и инфракрасном диапазонах. Однако, развитие чрезмерных парниковых эффектов нежелательно из-за возможных тепловых дисбалансов.

Окислительные среды, кислород. На современной Земле основная часть органического вещества создается за счет процессов фотосинтеза, однако, жизнедеятельность возможна и без доступа света. В 1887 г. С. Н. Виноградский открыл процесс хемосинтеза на примере нитрифицирующих бактерий, которые существуют за счёт энергии окисления аммиака. Помимо них, существуют автотрофные серобактерии (окисляют сероводород), железобактерии (закисное железо), метанобактерии и др. Многие неорганические вещества, которые служат основой для синтеза живого вещества хемосинтетиков (H_2, CH_4, NH_3, CO, H_2S и др.), имеют широчайшее распространение в космосе. Существуют бактерии, осуществляющие фоторедукцию CO_2 (восстановление на свету) без участия кислорода. В среде без O_2 живут также анаэробные виды бактерий, использующие органические вещества.

Таким образом, на заселяемой планете в «тёмную» или «бескислородную» эпоху должны иметься какие-либо иные исходные химические соединения, окислительные среды, источники химической энергии.

Океаны, континенты, вулканизм, тектоника. Для реализации жизни на основе нуклеиновых и аминокислот на планете необходимы достаточные количества жидкой и газообразной H_2O. Возможны реализации в других жидких средах. Для перспектив эволюции при этом крайне желательны наличие суши в виде континентов или больших островов, движения плит, активный вулканизм с выбросом многочисленных дополнительных химических ингредиентов и т. д.

Космические катастрофы. Падение крупных метеороидов (или даже астероидов) на планету может представлять определённую опасность для высокоорганизованных форм биологической жизни. Простейшие организмы такие катастрофы скорее всего переживут; более того, это может случить даже определенным стимулятором эволюции.

Однако, предположим, что всё, что надо, есть. Перейдем теперь к:

Основные этапы «озеленения» подобранной планеты мы можем (пока ещё не пообщались с инопланетянами) рассматривать только на примере собственной Земли. Напомним, что можно выделить следующие принципиальные стадии:

1. формирование протопланетного и планетного тела (см. вопрос № 5, с. 1139);
2. заселение его (пп. 1 и 2, возможно, следует поменять местами);

3. «соучастие» живых систем в дифференциации планетных оболочек;
4. создание эукариотических клеток;
5. активный фотосинтез и насыщение атмосферы кислородом;
6. охлаждение планеты и формирование гидросферы;
7. биологическая эволюция от простейших к многоклеточным организмам, от водных к сухопутным формам, далее к высшим формам с последующими коррективами условий окружающей среды.

Согласно последним данным метеоритики, на Земле имеется достаточно обширный класс метеоритов, именуемый по буквам трёх своих представителей «SNC». Находят их, как правило, во льдах Антарктиды, а прилетают они с... других планет! Есть лунные камни, есть марсианские... Говорят, что в некоторых из них даже микробов нашли! (правда, окаменевших). По оценкам, только с Марса на Землю выпадает ежегодно... 500 кг камней (!). Более того, выбросы твёрдого вещества в космос возможны и с поверхности Земли. А в более ранние эпохи, когда космической «мелочи» между планетами было во много раз больше, и столкновения с планетами происходили чаще, все планеты земной группы наверняка активно обменивались подобными «посылками».

С другой стороны, Л. Пастер в 1862 г. провёл свой классический опыт, когда стерилизованный раствор остался «незаселенным» бактериями даже при доступе воздуха через изогнутую трубку. На планете Земля биологические формы занимают очень тонкую (около 40 км) «пленку жизни», ограниченную снизу магмой, а сверху ионосферой. Не исключено, что весьма значительные объёмы современной солнечной системы за время её эволюции также были подвергнуты температурной (недра планет) и радиационной (межпланетное пространство) стерилизации. Очевидно, что весьма многие биоценозы, которые могли бы существовать на планетных телах ранее, прекратили своё существование.

Где жить-то будем? Планеты земной группы, скорее всего, через этап заселения все прошли, однако, с существенно различными успехами и итогами. Космические эксперименты по выявлению актуально действующих форм жизни на Марсе принесли пока результат скорее отрицательный, чем положительный. Существуют, однако, другие точки зрения по вопросу корректности самой постановки данного эксперимента и полноты охвата поиском всех возможных типов жизнедеятельности.

Заселение планет-гигантов, по-видимому, возможно только с многочисленными ограничениями. Скорее всего, это будут весьма специфические (относительно земных) хемосинтезирующие микроорганизмы, живущие в отдельных, не менее специфических биопланетоценозах, и едва ли стоит питать оптимизм относительно многоклеточных и иных высокоорганизованных биосистем.

Другие планетные системы, в большом количестве открываемые в настоящее время около иных звёзд, пока приносят нам неутешительные вести. Используемые методы поиска предполагают обнаружение в первую очередь максимально массивных и максимально близких к звезде планет, которые получили наименование «горячих Юпитеров». Как говорится, что ищешь, то и найдёшь. Это, разумеется, всё прекрасно, но по обсуждаемой проблеме приносит ещё меньше оптимизма, чем наши собственные Юпитеры. Планеты, подобные Земле, бу-

дем надеяться, также существуют в большом количестве, и, будем надеяться, в ближайшее время также будут обнаружены в виду чудовищного прогресса астрономической техники. Ждём-с.

Напомним, что в любом случае заселение планеты земного типа по сценарию № 3 «Биосфера» с последующей трансформацией атмосферы и иных оболочек планеты займёт время порядка 10^9 лет. А быстро, как известно, только кошки родятся.

Кто первый? К. Э. Циолковский: «Планета есть колыбель разума, но нельзя вечно жить в колыбели». Пётр Великий: «Плавать по морю необходимо».

Эти и другие аналогичные мысли бесспорны.

Дискутировать, пожалуй, имеет смысл чисто технологические аспекты по реализации этих общечеловеческих задач. Целесообразно ли, например, тащить в дальний (очень дальний!) космос 70–100 кг биомассы и несколько тонн систем жизнеобеспечения на 1 человека? Не проще ли (дешевле) использовать иные (небиологические) способы исследований и получения знаний? В крайнем случае, оставаясь в рамках генной инженерии и биологической эволюции, не проще ли создать более компактный и эффективный вид разумных существ под эти задачи, нежели рассылать повсюду Homo sapiens? Жизнь многих поколений в принципиально иных внешних условиях космического перелёта или другого планетного тела — это заведомо другой биоценоз, чем у прямоходящих обезьян.

А какие варианты?

1. Помимо рассмотренных выше процедур, связанных с формами живых систем на основе нуклеиновых и аминокислот, которые именуются иногда также углеродной жизнью, ряд авторов рассматривает теоретическую возможность организации живых систем на базе полимерных соединений Si. Аналогично углероду, кремний также имеет четыре валентные связи и способен формировать цепочки и иные многомерные молекулярные структуры. К сожалению, есть два препятствия. Во-первых, интегральная распространенность Si в космосе меньше, на один атом кремния приходится все-таки 11,1 атомов C. Во-вторых, полимерные соединения Si намного менее стабильны и требуют принципиально иных внешних физических условий. Не исключено, однако, что именно в этих, иных условиях, мы сможем встретить нечто, весьма любопытное.

2. Если следовать определению живых систем, то таковые возможны не только на биологической основе. Существует мнение, что эволюция от каменного топора до самопрограммируемых систем и производств и от первобытного возгласа и наскального рисунка до Интернета представляет собой пример самоструктурируемой информационной системы, начавшей свою эволюцию на базе нашего с Вами биологического вида, а затем включившей в себя и иные планетарные ресурсы. Перспективы развития и дальнейшей жизнедеятельности такой системы можно обсуждать.

В 1912 г. пассажирам 3-го класса «Титаника» не досталось места в шлюпках (см. вопрос № 10, стр. 1157). Не исключено, что для представителей вида Homo sapiens не зарезервированы места в каютах других планет.

3. Ну-ну, давайте останемся оптимистами. В конце концов, существует (YES!) другая планета, которая превосходит нашу и по предоставляемому пространству, и по обилию и разнообразию природных ресурсов, и по вариантам возможных

путей нашей дальнейшей эволюции. И самое главное — лететь даже никуда не надо!

Это — Планета Океан.

Глоссарий

Биогеоценоз (экосистема) — это взаимообусловленный комплекс живых и неживых компонентов отдельных участков среды обитания, связанных между собой обменом веществ и энергии. Биогеоценоз — динамическая, взаимосвязанная и саморегулируемая система, которая является результатом глубокой адаптации составных элементов, диалектическое единство организмов и окружающей среды. Термин «Биоценоз» предложен (1877) немецким гидробиологом К. Мёбиусом.

Биосфера (витасфера) — это специфически организованное единство живых и минеральных элементов, которое проявляется в биогенной миграции атомов и осуществляется за счёт энергии солнечного излучения. Биосфера представляет собой иерархически построенное единство уровней биологической организации. Живое вещество определило современный состав на планете Земля атмосферы, осадочных пород, почвы, гидросферы. В биосферу входит вся совокупность биогеоценозов Земли. Термин «Биосфера» предложил (1875) австрийский учёный Э. Зюс. Учение о биосфере создал В. И. Вернадский (1863–1945).

Живые системы — это сложные, обособленные и саморегулируемые системы, осуществляющие повышение степени собственной организации и структурированности (уменьшение энтропии) при взаимодействии с окружающей средой в условиях потока энергии и круговорота веществ.

Заселение планеты — процесс диспозиции (методами панспермии или самозарождения) на планете живых систем, их функционирования и интеграции в витасферу планеты.

Панспермия — процесс диспозиции живых систем на планетные тела путём их привнесения из внешней среды. Гипотеза космозоев (зачатков жизни) выдвинута (1865) немецким врачом Г. Рихтером. Гипотеза панспермии разработана (1907) шведским физхимиком С. Аррениусом.

Самозарождение — процесс возникновения живых систем из неорганических и органических соединений при благоприятных внешних условиях методом поэтапного усложнения структуры. Гипотеза возникновения жизни на Земле разрабатывалась А. И. Опариным (1894–1980).

Как измеряют углы на небе

Напомним также основные понятия и термины, которые применяются в астрономии при измерениях углов и расстояний на небесной сфере. Как известно, дуги можно измерять в радианах (r), и полная окружность содержит их ровно 2π, т. е. $6,2831852\ldots$ r. Радианная мера углов используется, как правило, при расчётах тригонометрических функций, широко применяемых в сферической геометрии.

Однако исторически в астрономии самых древних времён и до сих пор наиболее употребима градусная мера углов. Окружность при этом делится на $360°$.

Эта цифра произошла из древнеегипетского солнечного календаря, который содержал 360 календарных дней в году (см. стр. 1133). Соответственно, Солнце каждый день смещалось по небу ровно на 1°., т. е. «делало один шаг» длиной в два своих диаметра. $1\,\mathrm{r} = 57{,}2957795131\ldots^\circ$. Для нужд наблюдательной астрономии потребовалось применение мер дуги, существенно меньших, чем 1 градус. Последующее деление угловых мер на меньшие доли было основано на вавилонской традиции счёта, где использовалась шестидесятеричная система чисел. Соответственно, сначала каждый градус делился на 60 «первых» частей, или минут (minor — значит «меньшая часть»). Затем каждая минута по мере необходимости могла быть разделена ещё на 60 «вторых» частей, или секунд (seconda minor — значит «вторая меньшая часть»).

При необходимости указания более высокой точности, чем $1''$, приводятся доли секунд после обозначения секунд и десятичной точки (например $5^\circ5'5''.55$). Очевидно, что для того, чтобы перевести величину угла, записанного угловых мерах, в единую величину, например, градусы, необходимо каждое последующее число разделить на 60:

$$22^\circ23'24''.25 = ((24{,}25/60) + 23)/60 + 22 = 22{,}3900694^\circ$$

Перевести градусы в радианы просто:

$$22{,}3900694^\circ/180 \cdot \pi = 0{,}39078042\ldots\,\mathrm{r}.$$

Поскольку подавляющее большинство астрономических объектов имеет весьма малый размер, угловые секунды употребляются часто:

$$1\,\mathrm{r} = 206264''.80625\ldots \approx 206265''.$$

Опять-таки исторически сложилось так, что на небесной сфере одна координата: склонение (δ), или возвышение над экватором, — измеряется в градусной мере, а другая: прямое восхождение светила (α), или его часовой угол, — в единицах времени. Это связано с тем, что угол на небесной сфере в направлении запад–восток напрямую соотносится с тем временем, за которое небесная сфера поворачивается со скоростью вращения Земли. Аналогично тому, как полные сутки делятся на 24 часа, полный круг по экватору небесной сферы также разделен на 24^h. Далее вновь применяется деление «по-вавилонски»: сначала час на 60 минут, затем каждая минута — на 60 секунд. Обозначаются углы по α также верхними индексами, соответствующими первым буквам единиц измерения: $22^\mathrm{h}22^\mathrm{m}22.22^\mathrm{s}$. Перевод углов в единое число производится аналогично угловым мерам и единицам времени:

$$22^\mathrm{h}23^\mathrm{m}24.25^\mathrm{s} = ((24{,}25/60) + 23)/60 + 22 = 22{,}3900694\ldots^\mathrm{h} =$$
$$= 22{,}3900694\ldots/12 \cdot \pi\,\mathrm{r} = 5{,}861706\ldots\,\mathrm{r}$$

Поскольку полный круг делится на 360° и только лишь на 24 часа, то каждая «временная» единица измерения угла в 15 раз больше, чем одноимённая «угловая». $1^\mathrm{s} = 15''$, $1^\mathrm{m} = 15'$, $1^\mathrm{h} = 15^\circ$.

КОНКУРС ПО ФИЗИКЕ

Задания

После номера задачи в скобках указано, каким классам эта задача рекомендуется. Работы учеников 6 класса и младше оцениваются по **двум**, 7–8 классов — по **трём**, 9–11 классов — по **четырём** лучше всего решённым задачам. Решать больше задач и задачи класса старше своего — можно. Решённая задача класса младше своего оценивается существенно ниже.

1. (6–8) Во время грозы расстояние от себя до места, где ударила молния, можно примерно определить таким способом.

Сразу, как сверкнёт молния, начать считать секунды: «раз, два, три, четыре,. . . », до тех пор, пока не прогремит гром. Последнее названное число разделить на 3 — получится примерное расстояние в километрах от места наблюдения до места удара молнии.

На чём основан этот способ и почему нужно делить именно на 3? Почему этот способ не очень точный? (Перечислите основные причины.)

2. (6–8) В Москве на некотором участке Садового кольца (длина участка 1 км) средняя скорость движения автотранспорта в правом ряду — 5 км/ч, в двух средних — 6 км/ч, в левом — 7 км/ч. В каждом ряду помещается одинаковое количество машин. Найти среднее время, за которое машины проезжают этот участок Садового кольца.

3. (7–8) Пассажир заметил, что стакан чая в вагоне-ресторане поезда во время движения остывает быстрее, чем на остановках. Предложите физическое объяснение этого явления.

4. (6–11) Ясным весенним днём в Москве пошёл мелкий дождичек. Постройте примерную (качественную) зависимость концентрации в воздухе тополиного пуха от времени с момента начала дождичка. Объясните предложенное вами решение.

5. (9–11) Тележка едет по горизонтальной поверхности земли с постоянным ускорением. На тележке установлены две стойки одинаковой высоты (отрезок, соединяющий основания стоек, параллелен направлению движения). На этих стойках висит кусок цепочки (см. рис. 1). По рисунку определить направление движения и приблизительно ускорение a, с которым движется тележка. Описать способ определения ускорения по рисунку и привести его обоснование. Считать $g = 10\,\text{м/с}^2$.

6. (8–11) Между клеммами A и B параллельно подключили две одинаковые цепочки из трёх последовательно соединённых резисторов сопротивлениями R, $2R$ и R. Параллельно каждому из резисторов сопротивлением $2R$ подключили две такие же цепочки $-R$–$2R$–R–, а сами резисторы сопротивлением $2R$, параллельно которым подключали цепочки, отметили (чтобы не запутаться). Параллельно каждому из неотмеченных резисторов сопротивлением $2R$ опять подсоединили по две цепочки $-R$–$2R$–R–, а сами резисторы сопротивлением $2R$, параллельно которым подключали цепочки, отметили. Такую операцию повторили бесконечное количество раз. Найти сопротивление R_{AB} между клеммами A и B.

Рис. 1.

7. (9–11) Между гладкой табуреткой и стулом такой же высоты (горизонтально) лежит доска длины L массы M (масса равномерно распределена по длине). Коэффициент трения между доской и стулом μ, между доской и табуреткой — 0. На табуретке сидит мышь массы m. Увидев кошку, мышь перебегает по доске с табуретки на стул, рассчитывая свои действия так, чтобы на стуле оказаться как можно быстрее и при этом не свалить доску, опирающуюся на самый край стула. Найдите работу A, совершённую мышью во время перебегания по доске. Мощность мыши не ограничена, её лапы по доске не проскальзывают.

8. (10–11) Ясным солнечным днём Шерлок Холмс сидел у окна, разглядывая заголовок газеты в свою любимую большую стеклянную лупу. Оказалось, увеличенное изображение в середине лупы воспроизводится практически без искажений, а по краям вдоль границ чёрных букв видны цветные полосы: жёлтые со стороны края лупы и синие — со стороны её центра.

Объясните наблюдаемое явление и заполните (все или некоторые) пропуски в таблице (напишите, почему выбран именно такой цвет):

Объект наблюдения (на белой бумаге).	Цвет полосы вдоль ближнего **к центру** лупы края изображения.	Цвет полосы вдоль ближнего **к краю** лупы края изображения.
Чёрные печатные буквы.	Синий.	Жёлтый.
Линия от красного фломастера.		
Линия от зелёного фломастера.		
Линия от тёмно-синей шариковой ручки.		Жёлтый (между жёлтой полосой и изображением видна тонкая красная полоска).

(При наличии правильного исчерпывающего объяснения задача считается решённой независимо от наличия правильно заполненной таблицы, в остальных случаях таблица учитывается.)

Ответы и решения к заданиям конкурса по физике

1. (6–8) Во время грозы расстояние от себя до места, где ударила молния, можно примерно определить таким способом.

Сразу, как сверкнёт молния, начать считать секунды «раз, два, три, четыре,. . . » до тех пор, пока не прогремит гром. Последнее названное число разделить на 3 — получится примерное расстояние в километрах от места наблюдения до места удара молнии.

На чём основан этот способ и почему нужно делить именно на 3? Почему этот способ не очень точный? (Перечислите основные причины.)

Решение. После удара молнии свет вспышки доходит до нас практически мгновенно (скорость света c=299 792,458 км/с), а скорость звука в воздухе: при температуре 0° С — $u \approx 331$ м/с $= \frac{1}{3{,}021\ldots}$ км/с $\approx \frac{1}{3}$ км/с;
при температуре 20° С — $u \approx 343$ м/с $= \frac{1}{2{,}915\ldots}$ км/с $\approx \frac{1}{3}$ км/с.

В интервале температур воздуха 0° С – 20° С (во время грозы температура воздуха обычно лежит в этих пределах) можно считать, что за 1 секунду звук проходит $\frac{1}{3}$ км, за 3 секунды — 1 км. Поэтому, чтобы узнать количество километров, количество секунд нужно делить на 3.

Причины ошибок:
1) неточное измерение промежутка времени («раз, два, три,. . . »);
2) использованное приближённое значение скорости звука;
3) скорость звука в воздухе зависит от температуры, влажности, присутствия капель воды и др. причин, которые могут меняться (особенно во время грозы);
4) в месте прохождения канала молнии возникают ударные волны, которые распространяются по воздуху быстрее звуковых и на некотором расстоянии (пока не затухнут и не превратятся в звуковые) именно они определяют время, через которое прогремит гром;
5) звук возникает не только в месте попадания молнии в землю, но и по всей длине канала прохождения электрического разряда, которая может составлять несколько километров — сначала мы можем услышать звук, пришедший от какой-нибудь промежуточной точки, а не от места попадания в землю;
6) звук от места попадания молнии в землю мы можем вообще не услышать (например, если молния попала в лес или за возвышением), а услышим только гром, дошедший до нас от какой-то другой точки молнии, возможно, ещё и не по прямой, а в результате нескольких отражений.

Если провести более точную оценку, окажется, что причины 1 и 2 не являются главными, т. е. увеличение точности отсчёта времени и использование в расчётах более точного (чем $\frac{1}{3}$ км/с) значения скорости звука в воздухе не увеличивают точность окончательного результата. А вот для того, чтобы узнать, приближается к нам гроза или, наоборот, удаляется — описанный способ вполне годится.

2. (6–8) В Москве на некотором участке Садового кольца (длина участка 1 км) средняя скорость движения автотранспорта в правом ряду — 5 км/ч, в двух

средних — 6 км/ч, в левом — 7 км/ч. В каждом ряду помещается одинаковое количество машин. Найти среднее время, за которое машины проезжают этот участок Садового кольца.

Решение. Среднее арифметическое времён проезда этого участка в каждом из рядов $t_{\text{ср}} = \frac{1}{4}(\frac{1}{5} + 2\frac{1}{6} + \frac{1}{7})$ ч — неправильный ответ. Дело в том, что чем больше скорость движения в ряду, тем бóльшее количество машин по нему за определённое время. Заметим (это легко проверить), что по одному ряду проезжает машин во столько раз больше, чем по другому, во сколько раз скорость движения по нему больше, чем по другому. Поэтому при вычислении среднего арифметического слагаемые в числителе и знаменателе нужно умножить на коэффициенты, так, чтобы соответствующее этим слагаемым количество машин учитывалось правильно:

$$t_{\text{ср}} = \frac{1}{1 + \frac{6}{5} \cdot 2 + \frac{7}{5}} \left(\frac{1}{5} + \frac{6}{5} \cdot 2\frac{1}{6} + \frac{7}{5} \cdot \frac{1}{7} \right) \text{ ч} =$$
$$= \frac{1}{\frac{24}{5}} (\frac{1}{5} + \frac{2}{5} + \frac{1}{5}) \text{ ч} = \frac{5}{24} \cdot \frac{4}{5} \text{ ч} = \frac{1}{6} \text{ ч} = 10 \text{ мин.}$$

3. (7–8) Пассажир заметил, что стакан чая в вагоне-ресторане поезда во время движения остывает быстрее, чем на остановках. Предложите физическое объяснение этого явления.

Решение. В результате вибрации поезда во время движения поверхность чая в стакане становится неровной, увеличивается её площадь, что приводит к увеличению интенсивности испарения, на которое затрачивается тепловая энергия жидкости (при прочих равных условия (температура, влажность воздуха) количество жидкости, испаряющейся в единицу времени, пропорционально площади поверхности).

Также не следует забывать, что во время тряски стенки стакана всё время смачиваются и чай с них тоже испаряется, площадь поверхности мокрых стенок сравнима с площадью поверхности чая.

Тряска также влияет на конвекционные потоки внутри остывающего чая и на потоки воздуха над его поверхностью (движущиеся «волны» на поверхности «гоняют» воздух). Этот эффект может привести как к увеличению интенсивности охлаждения (за счёт увеличения интенсивности испарения (с поверхности) и охлаждения через стенки из-за более сильного перемешивания жидкости), так и наоборот — в результате вибрации могут разрушится конвекционные потоки.

4. (6–11) Ясным весенним днём в Москве пошёл мелкий дождичек. Постройте примерную (качественную) зависимость концентрации в воздухе тополиного пуха от времени с момента начала дождичка. Объясните предложенное вами решение.

Решение. Основные причины, по которым пушинка может перестать летать в воздухе:
1) прямое попадание в пушинку капли дождя или брызг, образовавшихся после удара капли о землю;

2) увеличение массы и плотности пушинки из-за возрастающей со временем (после начала дождя) влажности воздуха, из-за чего пушинка может «приземлиться»;
3) движение пушинок вниз в потоке воздуха, увлекаемом каплями дождя, после чего пушинка может прилипнуть к мокрой земле, асфальту или поверхности лужи, или может быть сбита брызгами у поверхности земли;
4) пушинки должны иметь электрический заряд (как всякие мелкие частицы, летающие в воздухе — например пыль, прилипающая по этой причине к экрану телевизора или компьютера). На первый взгляд кажется, что, раз все тополиные пушинки примерно одинаковы и находятся в одинаковых условиях, они должны иметь примерно одинаковый электрический заряд и поэтому отталкиваться друг от друга, что помогает им «висеть» в воздухе.

На самом деле скорее всего всё устроено «хитрее». Например, тоже вроде бы одинаковые капли дождя[1] заряжены по-разному — встречаются как отрицательно (их средний заряд $-1{,}3 \cdot 10^{-12}$ Кл), так и положительно (средний заряд $+1{,}1 \cdot 10^{-12}$ Кл) заряженные капли, причём положительно заряженных капель в среднем в 1,5 раза больше, чем отрицательно заряженных. Средний электростатический потенциал таких капель — 40 В, максимальный — около 300 В (напряжение в бытовой электросети, напомним, всего 220 В). Заряд капель «мелкого дождичка» меньше — в среднем 10^{-15} Кл – 10^{-14} Кл, максимум — $5 \cdot 10^{-13}$ Кл.

Распределение зарядов пушинок скорее всего также достаточно сложное. Данных о распределении зарядов в тополином пухе и даже о примерной величине зарядов пушинок нам найти не удалось (видимо, ни физики, ни биофизики, ни биологи всерьёз не интересовались этим вопросом).

Можно предположить, что пушинки похожи на снежинки (средний заряд 10^{-12} Кл – 10^{-11} Кл, максимальный $5 \cdot 10^{-11}$ Кл) . Если такие предположения верны, то основным эффектом наличия дождика будет просто уменьшение электрического сопротивления атмосферы, что, возможно, приведёт к стеканию зарядов и уменьшению устойчивости пуха (концентрации пушинок-снежинок и дождинок примерно одинаковые, а заряд пушинки–снежинки примерно на 3 порядка (в 1 000 раз) больше, чем дождинки, поэтому электростатическое взаимодействие пушинок с дождинками можно не учитывать).

Во время дождя можно заметить интересный парадокс: асфальт уже полностью мокрый (т. е. капли дождя уже перекрыли всю площадь воздуха), а пух всё ещё летает (хотя теоретически все пушинки уже должны быть «сбиты» каплями). Пух летает даже через промежуток времени, в 2–3 раза больший того, когда после начала дождя асфальт полностью намок (поправка на то, что диаметр «кляксы» от капли на асфальте больше диаметра капли в полёте). Дело тут в том, что движение капли дождя в воздухе (к моменту, когда она окажется около земли на высоте, на которой летает тополиный пух) является установившимся, воздушные потоки обтекают каплю, убирая с её пути пушинки. А вот движение брызг у земли установиться не успевает и они «сбивают» пушинки намного эффективнее.

[1] Здесь приводятся данные для сильного (грозового) ливня.

5. (9–11) Тележка едет по горизонтальной поверхности земли с постоянным ускорением. На тележке установлены две стойки одинаковой высоты (отрезок, соединяющий основания стоек, параллелен направлению движения). На этих стойках висит кусок цепочки (см. рис. на стр. 1173). По рисунку определить направление движения и, приблизительно, ускорение a, с которым движется тележка. Описать способ определения ускорения по рисунку и привести его обоснование. Считать $g = 10$ м/с^2.

Решение. Тележка едет слева направо (потомучто цепочка «провисает в обратную сторону»). Заметим, что на самом деле правильнее говорить о том, что слева направо направлено ускорение (а скорость может быть направлена в противоположную сторону — в этом случае тележка движется равнозамедленно).

Определить числовое значение ускорения a можно с помощью такого алгоритма:

1) положить на рисунок линейку (или ровный край листа бумаги) так, чтобы она проходила через концы цепочки (точки прикрепления цепочки к стойкам);
2) поворачивать линейку вокруг левого конца цепочки по направлению часовой стрелки до тех пор, пока незакрытая линейкой часть изображения цепочки и сама линейка не будут ограничивать фигуру, имеющую ось симметрии (перпендикулярную линейке);
3) построить эту ось симметрии (серединный перпендикуляр к отрезку, соединяющему точки пересечения цепочки с линейкой);
4) отметить на этой оси произвольный отрезок, построить на нём как на гипотенузе прямоугольный треугольник, один катет которого вертикален, а другой — горизонтален;
5) найти a из пропорции

$$\frac{\text{длина вертикального катета}}{\text{длина горизонтального катета}} = \frac{g}{a}.$$

Обоснование. Известно, что движение системы в поле силы тяжести $\vec{g}$ с ускорением $\vec{a}$ эквивалентно[1] для самой системы нахождению её (равномерному прямолинейному движению с любой скоростью[2], в частности, покою) в поле силы тяжести $\vec{g} - \vec{a}$. Направление $\vec{g}$ известно (вертикальное) — значит (в выбранном масштабе)

$$|\vec{g}| = \text{длина вертикальной проекции отрезка} = \text{длина вертикального катета}.$$

Мысленно закрепим цепочку в точке, в которой на рисунке она пересекается с линейкой. Очевидно, форма цепочки от этого не изменится (система находилась в равновесии до этого и будет находиться после). Теперь у нас есть подвешенный за концы кусок цепочки, имеющий симметричную форму. Именно так должен висеть кусок цепочки в поле тяжести, параллельном оси симметрии.

Тем самым ось симметрии — это направление векторной разности $\vec{g} - \vec{a}$. Выберем на этом направлении отрезок и будем считать, что мы выбрали масштаб таким образом, что его длина равна $|\vec{g} - \vec{a}|$.

[1] В предположении, что скорость системы нерелятивистская, то есть много меньше скорости света c

[2] много меньшей скорости света c

Направление $\vec{a}$ горизонтально по условию — «Тележка едет по *горизонтальной* поверхности земли с постоянным ускорением.», поэтому

$$|\vec{a}| = \text{длина горизонтального катета.}$$

Поэтому отношение длин векторов $|\vec{g}|/|\vec{a}|$ равно отношению длин катетов, то есть верна пропорция

$$\frac{\text{длина вертикального катета}}{\text{длина горизонтального катета}} = \frac{g}{a},$$

что и требовалось обосновать.

Справка (эти сведения не являются необходимыми для решения задачи). Кривая, форму которой имеет висящая в поле силы тяжести однородная цепочка, является графиком функции «гиперболический косинус» (Здесь важно, что цепочка гнётся в любом месте без какого-либо сопротивления, для верёвки это будет не так и поэтому форма подвешенного за концы куска верёвки будет другой). Другое название графика функции «гиперболический косинус» — цепная линия (т. е. линия висящей цепи):

$$\operatorname{ch}(x) = \frac{1}{2}(e^x + e^{-x}); \quad e = 2{,}718281828459045\ldots$$

Предполагается, что координатная ось x направлена горизонтально, ось y — вертикально. Если концы цепочки закреплены в точках с координатами $(X; \operatorname{ch}(X))$ и $(-X; \operatorname{ch}(X))$, она имеет длину

$$L = e^X + e^{-X}$$

Конечно, между точками $(X; \operatorname{ch}(X))$ и $(-X; \operatorname{ch}(X))$ можно подвесить цепочку какой-нибудь другой длины. Тогда форма цепочки не будет совпадать с графиком функции $\operatorname{ch}(x)$. Часто говорят, что форму гиперболической косинусоиды имеют все цепочки, висящие в однородном поле тяжести.

Оказывается, что все гиперболические косинусоиды (геометрически) подобны друг другу: если у нас есть фотографии двух висящих цепочек, мы всегда можем увеличить одну из фотографий так, чтобы при наложении её на другую фотографию изображения цепочек совпали (разумеется, могут быть «хвосты», которые не накрываются изображением цепочки с другой фотографии, но накладывающиеся участки совпадают точно).

Зная факты, описанные после слова «справка» и до этой строчки, можно (хотя и не очень просто) «школьными» методами получить уравнение для формы цепочки любой данной длины, висящей между двумя любыми данными точками. Предлагаем Вам над этим подумать.

Замечание. Наличие оси симметрии в п. 2 определяется на глаз. После этого правильность положения линейки лучше проверить и при необходимости уточнить (например, проверить, что расстояние от точки пересечения цепочки с построенной осью симметрии до концов прямолинейного участка границы фигуры одинаковы). Если это не так — чуть подвинуть линейку. Двух уточнений обычно бывает достаточно.

6. (8–11) Между клеммами A и B параллельно подключили две одинаковые цепочки из трёх последовательно соединённых резисторов сопротивлениями R, $2R$ и R. Параллельно каждому из резисторов сопротивлением $2R$ подключили две такие же цепочки $-R-2R-R-$, а сами резисторы сопротивлением $2R$, параллельно которым подключали цепочки, отметили (чтобы не запутаться). Параллельно каждому из неотмеченных резисторов сопротивлением $2R$ опять подсоединили по две цепочки $-R-2R-R-$, а сами резисторы сопротивлением $2R$, параллельно которым подключали цепочки, отметили. Такую операцию повторили бесконечное количество раз. Найти сопротивление R_{AB} между клеммами A и B.

Решение. Пусть $x \geqslant 0$ — сопротивление такой схемы:

Последовательно преобразуем схему следующим образом:

$$\frac{1}{x} = \frac{1}{2R} + \frac{1}{R+x+R} + \frac{1}{R+x+R}$$

$$\frac{1}{x} = \frac{1}{2R} + \frac{2}{2R+x} = \frac{2R+x+2\cdot 2R}{2R(2R+x)} = \frac{6R+x}{4R^2+2Rx}$$

$$x = \frac{4R^2+2Rx}{6R+x}$$

$$6Rx + x^2 = 4R^2 + 2Rx$$

$$x^2 + 4Rx - 4R^2 = 0$$

$$x = \frac{-4R \pm \sqrt{(4R)^2 - 4(-4R^2)}}{2} =$$

$$= \frac{-4R \pm \sqrt{32R^2}}{2} = \frac{-4R \pm 4R\sqrt{2}}{2} = 2R(\pm\sqrt{2} - 1)$$

$x \geqslant 0$, следовательно $x = 2R(\sqrt{2} - 1)$

Сопротивление x получилось в результате параллельного соединения R_{AB} и $2R$.

$$\frac{1}{x} = \frac{1}{R_{AB}} + \frac{1}{2R}$$

$$\frac{1}{2R(\sqrt{2}-1)} = \frac{1}{R_{AB}} + \frac{1}{2R}$$

$$\frac{1}{R_{AB}} = \frac{1}{2R(\sqrt{2}-1)} - \frac{1}{2R} = \frac{1}{2R}\left(\frac{1}{\sqrt{2}-1} - 1\right) = \frac{1}{2R}\cdot\frac{2-\sqrt{2}}{\sqrt{2}-1}$$

$$R_{AB} = \frac{2R(\sqrt{2}-1)}{2-\sqrt{2}} = 2R\frac{(\sqrt{2}-1)(2+\sqrt{2})}{(2-\sqrt{2})(2+\sqrt{2})} = 2R\frac{\sqrt{2}}{2} = \sqrt{2}R$$

Ответ. $R_{AB} = \sqrt{2}R$.

7. (9–11) Между гладкой табуреткой и стулом такой же высоты (горизонтально) лежит доска длины L массы M (масса равномерно распределена по длине). Коэффициент трения между доской и стулом μ, между доской и табуреткой — 0. На табуретке сидит мышь массы m. Увидев кошку, мышь перебегает по доске с табуретки на стул, рассчитывая свои действия так, чтобы на стуле оказаться как можно быстрее и при этом не свалить доску, опирающуюся на самый край стула. Найдите работу A, совершённую мышью во время перебегания по доске. Мощность мыши не ограничена, её лапы по доске не проскальзывают.

Решение. Мышь в каждой точке доски может двигаться с ускорением не больше некоторого (зависящего от точки), а её скорость при этом, очевидно, может быть любой. Ускорение определяется из условия, что горизонтальная сила, с которой мышь действует на доску ($F = ma$), не должна быть больше максимальной силы трения покоя доски о стул. Эта сила трения $F_{\text{тр}} = \mu N$, где N — сила реакции стула, действующая на конец доски, который на этом стуле лежит.

Пусть мышь находится на доске на расстоянии x от табуретки. Чтобы доска была неподвижной (как требуется в условии задачи) необходимо, чтобы сумма моментов сил, действующих на доску, относительно конца доски, лежащего на табуретке, была равна 0.

$$Mg\frac{L}{2} + mg(L-x) - NL = 0$$

(силу трения мыши о доску не учитываем, т. к. конец доски лежит на прямой, вдоль которой действует эта сила, поэтому момент этой силы относительно этого конца равен 0)

$$NL = Mg\frac{L}{2} + mg(L-x)$$

$$N(x) = \frac{Mg\frac{L}{2} + mg(L-x)}{L} = \left(-\frac{mg}{L}\right)x + \left(\frac{Mg}{2} + mg\right)$$

Видим, что зависимость силы реакции N (и, следовательно, максимальной силы трения покоя $F_{\text{тр}} = \mu N$) от положения мыши на доске — линейная.

Следовательно, мышь в каждый момент времени должна двигаться с максимально возможным ускорением. Поскольку это ускорение везде положительно (мышь нигде не тормозила), а доска горизонтальна, совершённая мышью работа равна кинетической энергии (когда мышь находилась в конце доски, в начале скорость мыши по условию была равна 0).

Построим график зависимости ускорения от координаты. Поскольку эта зависимость линейная, площадь под графиком S легко найти школьными методами. Из известной формулы $2ax = v^2 - v_0^2$ (или $ax = \frac{v^2}{2} - \frac{v_0^2}{2}$) следует, что эта площадь равна изменению половины квадрата скорости за время движения, то есть (так как у нас $v_0 = 0$) это просто $\frac{v^2}{2}$.

Работа мыши, которую нужно найти, $A = mv^2/2 = mS$.

$$F_{max}(0) = \mu\frac{M}{2}g; \quad F_{max}(L) = \mu(\frac{M}{2} + m)g.$$

$$a_{max}(0) = \frac{1}{m}F_{max}(0) = \frac{1}{m}\mu\frac{M}{2}g; \quad a_{max}(0) = \frac{1}{m}F_{max}(L) = \frac{1}{m}\mu(\frac{M}{2} + m)g.$$

$$S = L\frac{a_{max}(0) + a_{max}(L)}{2} = \frac{L}{2m}\mu g(\frac{M}{2} + \frac{M}{2} + m)) = L\mu g\frac{M+m}{2m}.$$

Ответ: $A = mS = m\,L\mu g\frac{M+m}{2m} = \frac{1}{2}\mu(M+m)gL$.

Примечание. На первый взгляд может показаться, что при решении этой задачи проще воспользоваться формулой

$$\text{работа} = \text{сила} \cdot \text{перемещение}.$$

Однако для обоснования минимальности времени нам всё равно придётся искать ускорение, а когда мы его уже нашли — довести решение до конца оказывается проще приведённым выше способом.

8. (10–11) Ясным солнечным днём Шерлок Холмс сидел у окна, разглядывая заголовок газеты в свою любимую большую стеклянную лупу. Оказалось, увеличенное изображение в середине лупы воспроизводится практически без искажений, а по краям вдоль границ чёрных букв видны цветные полосы — жёлтые со стороны края лупы и синие — со стороны её центра.
Объясните наблюдаемое явление и заполните (все или некоторые) пропуски в таблице (напишите, почему выбран именно такой цвет).

См. таблицу в условии на стр. 1173.

(При наличии правильного исчерпывающего объяснения задача считается решённой независимо от наличия правильно заполненной таблицы, в остальных случаях таблица учитывается.)

Решение. В солнечном свете (и, разумеется, его отражении от белой бумаги) содержится весь спектр цветов (радуга). Стекло обладает дисперсией, то есть преломляет лучи разных длин волн (цветов) под разными углами.

Чистую белую бумагу сквозь лупу мы также видим белой, т. е. от каждой точки поверхности лупы к нам в глаз направляются все спектральные компоненты. Но отражены они от **разных** участков поверхности бумаги (расположенных друг за другом в порядке цветов спектра (этот порядок, соответствующий, последовательности цветов полос радуги, легко запомнить с помощью известной фразы про фазана и охотника).

Когда, из-за наличия на участках поверхности бумаги рисунка, от этих участков отражаются не все спектральные компоненты, в некоторых местах спектр оказывается неполным, что и воспринимается нами как цветные полосы.

Обычное стекло[1] сильнее преломляют спектральные компоненты с меньшей длиной волны (в «синей» области спектра).

Чтобы объяснить, что именно происходит при рассматривании в лупу полос разного цвета, для простоты будем считать, что белый свет состоит всего из трёх компонент: синей (направление лучей которой меняется лупой сильнее всего), жёлтой и красной (направление лучей меняется слабее всего). Белая бумага отражает все компоненты, цветные полосы на ней отражают только «свой» цвет, а чёрные не отражают вообще ничего.

Каждый Охотник Желает Знать Где Сидит Фазан.
иолетовый
иний $\lambda = 380 - 470$ нм
олубой $\lambda = 480 - 500$ нм
елёный $\lambda = 510 - 560$ нм
ёлтый
$\lambda = 570 - 590$ нм
ранжевый
расный $\lambda = 600 - 760$ нм

Детская считалка для запоминания последовательности цветов спектра (радуга)

Рассмотрим какую-нибудь точку (A) на белой бумаге и точку A' на изображении бумаги в лупе, в которую из точки A попадают лучи жёлтого цвета, а также точку O на бумаге, изображение которой O' находится в центре изображения участка бумаги, даваемого лупой. Тогда лучи жёлтого цвета в точку A' попадают из некоторой точки B, а лучи синего цвета — из точки C. Точки A, O, B, C находятся на бумаге на одной прямой в порядке O— C(синий)— A(жёлтый)— B(красный). (Синие лучи преломляются лупой на самый большой угол, красные — на самый маленький).

Проведём теперь по бумаге чёрную полосу около точки A ближе к точке O (точка C оказалась на этой полосе, а точка A — на ближайшем к кра́ю лупы краю́ этой полосы). Теперь точка изображения A' будет казаться жёлтой (лучи красного и жёлтого цвета из точек B и A в точку A' попадаю, а лучи синего цвета из точки C — нет, так как теперь она покрашена в чёрный цвет и вообще

[1] Бывают стёкла и кристаллы, которые ведут себя наоборот, но лупы из них обычно не делают.

никаких лучей не отражает; смесь жёлтого и красного цвета видна как жёлто-оранжевый). Этим и объясняется жёлтая окраска этого края полосы.

Аналогично, если провести чёрную полосу с другой стороны точки A (по точке B) — мы увидим точку A' в синем цвете (так как от чёрной точки B в точку A' теперь не попадают красные лучи).

Так же объясняется и окраска краёв изображений цветных полос.

Описанное выше явление искажения цвета при формировании изображения в линзах (и других оптических системах) носит название хроматическая аберрация.

Правильно заполненная таблица (данные условия задачи напечатаны обычным шрифтом, пустые клетки заполнены *курсивом*; надеемся, что у Шерлока Холмса была такая же лупа, как и у жюри, даже если и не так — различия будут не очень значительными).

Объект наблюдения (на белой бумаге).	Цвет полосы вдоль ближнего **к центру** лупы края изображения.	Цвет полосы вдоль ближнего **к краю** лупы края изображения.
Чёрные печатные буквы.	Синий.	Жёлтый.
Линия от красного фломастера.	*Синий* (*фиолетовый*).	*Жёлтый.*
Линия от зелёного фломастера.	*Полоса не наблюдается.*	*Жёлтый.*
Линия от тёмно-синей шариковой ручки.	*Синий* (*голубой*).	Жёлтый (между жёлтой полосой и изображением видна тонкая красная полоска).

КОНКУРС ПО ХИМИИ

Задания

После номера задачи в скобках указано, каким классам эта задача рекомендуется. Вам предлагается решить четыре из предложенных задач по собственному выбору (желательно решать задачи, предназначенные для Вашего или более старшего класса).

1. (8) При пропускании смеси хлористого водорода и бромистого водорода через воду был получен раствор, содержащий равные массовые доли соляной и бромоводородной кислот. Каково было объёмное соотношение газов в исходной смеси?

2. (8–9) Образец известняка (карбоната кальция) прокаливали с целью получения негашеной извести до тех пор, пока его масса не перестала изменяться. Оказалось, что масса образца уменьшилась на 22%. Определите содержание пустой породы в известняке.

3. (8–10) После пропускания диоксида углерода через раствор, содержащий 3,7 г гидроксида кальция, было получено 4 г осадка. Определите массу поглотившегося CO_2.

4. (8–10) Один из самых знаменитых опытов в истории химии состоял в следующем. Шведский помощник аптекаря Карл Шееле внёс кусок горящего фосфора в колбу, наполненную воздухом, и закрыл её пробкой. По окончании горения и охлаждении колбы он поместил её горлышком вниз в сосуд с водой и открыл пробку. Вода поднялась в колбу, заполнив её на 1/5 объёма. Так Шееле узнал, что воздух, считавшийся ранее простым веществом, состоит из двух основных компонентов — кислорода и азота. Что изменилось бы в наблюдениях Шееле, если бы вместо фосфора он использовал:

а) серу;
б) магний;
в) раскалённый уголь?

Ответ поясните уравнениями соответствующих реакций.

5. (9–11) Приведите уравнения реакций, позволяющие осуществить данные цепочки превращений; укажите условия их протекания. Расшифруйте вещества А, Б, Г, Д (предложите возможные варианты).

$$N_2 \to \text{А} \to NH_3 \to \text{Б} \to N_2O \to N_2$$
$$Fe \to FeCl_2 \to \text{Г} \to Fe(OH)_3 \to \text{Д} \to Fe(NO_3)_3 \to Fe_2O_3$$

6. (9–11) В вашем распоряжении имеется хлор, сера, нитрат серебра и вода. Получите как можно больше (но не более 20 !) новых веществ, используя эти вещества и продукты их превращений, а также любое лабораторное оборудование.

7. (10–11) В технологии производства меди существуют термины «катодная медь» и «анодная медь». Каково происхождение этих терминов? Запишите необходимые для пояснения ответа уравнения реакций. Какая из разновидностей меди, катодная или анодная, дороже и почему?

8. (10–11) Предельный углеводород имеет единственное монохлорпроизводное и два изомерных дихлорпроизводных. Приведите возможные структурные формулы этого углеводорода.

9. (10–11) При хлорировании изобутана хлором на свету получили изобутилхлорид и третичный хлористый бутил в отношении 2 : 1. Какие продукты и в каком соотношении получатся при хлорировании 2,3-диметилбутана при тех же условиях? Напишите по одной реакции, характеризующей химические свойства каждого из полученных изомеров.

10. (9–11) Какие из указанных ниже веществ (в виде водных растворов) или их смеси пригодны для растворения металлической меди:

$$HCl,\ H_2SO_4,\ HNO_3,\ FeCl_3,\ H_2O_2,\ ZnCl_2\ ?$$

Напишите уравнения соответствующих реакций и уравняйте их методом электронного или электронно-ионного баланса. В тех случаях, когда реакция не идёт, объясните, почему.

Краткие решения задач конкурса по химии

Задачи и решения для конкурса по химии подготовлены С. Е. Семёновым, директором Химического лицея №1033 г. Москвы, и З. П. Свитанько.

1. Согласно закону Авогадро, объёмное соотношение газов равно их молярному соотношению. То есть на каждую молекулу (HCl или HBr) в газе приходится один и тот же объём (поэтому объёмное отношение газов в смеси равно отношению количеств молекул этих газов). Молярные массы $M(\mathrm{HCl}) = 36{,}5$ г/моль, $M(\mathrm{HBr}) = 81$ г/моль. По условию в водном растворе (а, следовательно, и пропущенной через воду смеси газов) содержится равные по массе количества HCl и HBr, поэтому отношение количеств молекул этих веществ равно отношению масс их молекул, что, разумеется, равно отношению их молярных масс $81/36{,}5 = 2{,}22$ Молекулы HCl легче, поэтому их больше (в 2,22 раза).

2. $\mathrm{CaCO_3 = CaO + CO_2}$ — уравнение реакции;
$\mathrm{CaCO_3}$ — карбонат кальция (известняк);
CaO — оксид кальция (негашеная известь).

Молярная масса карбоната кальция $M_r(\mathrm{CaCO_3}) = 100$ г/моль, оксида кальция $M_r(\mathrm{CaO}) = 56$ г/моль. При прокаливании масса образца должна уменьшиться на 44% ($\frac{100\ \text{г/моль} - 56\ \text{г/моль}}{100\ \text{г/моль}} \cdot 100\% = 44\%$). Реально она уменьшилась на 22%. Значит содержание пустой породы (в данном случае, примесей, которые не разлагаются при нагревании) составляет $22/44 = 0{,}5$ (50%).

3. При пропускании диоксида углерода в раствор гидроксида кальция происходят следующие реакции.

$$\mathrm{Ca(OH)_2 + CO_2 = CaCO_3 + H_2O} \quad (1)$$

выпадение осадка и при избытке $\mathrm{CO_2}$ (когда весь гидроксид кальция израсходовался) осадок растворяется

$$\mathrm{CaCO_3 + CO_2 + H_2O = Ca(HCO_3)_2} \quad (2)$$

(так как гидрокарбонат кальция растворим)

При решении нужно рассматривать два случая.

1) Гидроксид кальция находится в избытке — ведём расчёт по карбонату кальция. 4 г $\mathrm{CaCO_3}$ составляют $4/100 = 0{,}04$ моль. Количество $\mathrm{CO_2}$ также 0,04 моль, что составляет $0{,}04 \cdot 44 = 1,76$ г.

2) В избытке углекислый газ. Тогда гидроксид кальция полностью израсходовался. Его количество $3{,}7/74 = 0,05$ моль. На его осаждение требуется 0,05 моль $\mathrm{CO_2}$. При этом должно выпасть 0,05 моль осадка $\mathrm{CaCO_3}$, что составляет $0{,}05 \cdot 100 = 5$ г.

Поскольку фактически было получено 4 г осадка, то 1 г осадка растворился по реакции (2).
На это потребовалось $(1/100) \cdot 1 = 0{,}01$ моль CO_2.
Общее количество углекислого газа $0{,}05 + 0{,}01 = 0{,}06$ моль, что равно $0{,}06 \cdot 44 = 2{,}64$ г.

4. 1) В случае углерода следует рассматривать два фактора. Во-первых, CO_2, который получается при сжигании углерода — газ, в отличие от оксидов фосфора. То есть он занимает место, которое занимал кислород и которое в случае фосфора сразу заполнилось водой. Второй фактор — это значительная растворимость CO_2 в воде, вследствие чего вода всё-таки поднимется в колбу, но меньше, чем на 1/5.

2) Магний реагирует не только с кислородом, но и с азотом, поэтому теоретически вода может заполнить колбу целиком. Однако на практике этого не произойдёт, так как для этого требуется, чтобы в результате сгорания магния в колбе был создан вакуум, что маловероятно. Во всяком случае, колба будет заполнена более чем на 1/5.

3) В случае серы ситуация аналогична углероду, однако SO_2 растворим меньше, чем CO_2, поэтому воды в колбе будет ещё меньше.

5.

$$N_2 \to \text{А} \to NH_3 \to \text{Б} \to N_2O \to N_2$$
$$Fe \to FeCl_2 \to \text{Г} \to Fe(OH)_3 \to \text{Д} \to Fe(NO_3)_3 \to Fe_2O_3$$

Один из возможных вариантов выглядит так.

$N_2 + 6Li = 2Li_3N$
$Li_3N + H_2O = LiOH + NH_3$
$NH_3 + HNO_3 = NH_4NO_3$
$NH_4NO_3 = N_2O + 2H_2O$
$2N_2O = 2N_2 + O_2$ (при высоких температурах)

$Fe + 2HCl = FeCl_2 + H_2$
$FeCl_2 + 2NaOH = Fe(OH)_2 + 2NaCl$
$4Fe(OH)_2 + O_2 + 2H_2O = 4Fe(OH)_3$
$Fe(OH)_3 + 3HCl = FeCl_3 + 3H_2O$
$FeCl_3 + 3AgNO_3 = 3AgCl + Fe(NO_3)_3$
$4Fe(NO_3)_3 = 2Fe_2O_3 + 12NO_2 + 3O_2$ (термическое разложение)

6. Здесь возможно множество реакций. Ниже приведены только некоторые из них для примера.
$2AgNO_3 = 2Ag + 2NO_2 + O_2$ (терм. разложение)
$2H_2O = O_2 + 2H_2$ (электролиз)
$S + O_2 = SO_2$
$SO_2 + NO_2 = SO_3 + NO$
$SO_3 + H_2O = H_2SO_4$

$H_2 + Cl_2 = 2HCl$ (на свету)
$AgNO_3 + HCl = AgCl + HNO_3$
$3NO_2 + 2H_2O = 2HNO_3 + NO$
$SO_2 + Cl_2 = SO_2Cl_2$ и т. д.

7. В процессе производства меди используется процедура её электрохимического рафинирования:
на аноде $Cu - 2e^- = Cu^{2+}$
на катоде $Cu^{2+} + 2e^- = Cu$

Неочищенный металл, используемый в качестве растворимого анода, называют анодной медью; чистую электролитическую медь — катодной медью. С точки зрения дополнительных затрат на электроэнергию при получении катодная медь дороже анодной, в которой (и в так называемом анодном шламе) максимально сконцентрированы примеси, присутствовавшие в исходной черновой (металлургической) меди. Однако эти примеси могут оказаться весьма ценными, если они содержат благородные металлы, которые часто сопутствуют меди в её месторождениях, например, серебро или золото. В этом случае ценность анодной меди способна превысить стоимость катодной в расчёте на единицу массы.

8. Примеры таких веществ:
этан CH_3CH_3;
неопентан (2,2-диметилпропан)

Все атомы водорода группы CH_3 можно считать эквивалентными (на самом деле они постоянно меняются местами — CH_3-группа «крутится»). Это утверждение может оказаться не совсем верным в случае, если окружение CH_3-группы сильно асимметрично, но в нашем случае как раз всё в порядке: у этана, очевидно, обе CH_3-группы лежат на оси симметрии молекулы и являются эквивалентными друг другу. Поэтому все атомы водорода также эквивалентны и хлором можно заместить любой из них — в результате получится одна и та же молекула.

Молекула 2,2-диметилпропана имеет тетраэдрическую форму (в центре воображаемого тетраэдра находится атом углерода, в вершинах — метильные группы $-CH_3$; см. структурную схему). Все метильные группы в этой молекуле также эквивалентны и поэтому монохлорпроизводное у этой молекулы также единственно.

У этана может быть два изомера дихлорпроизводных — 2 атома хлора могут замещать атомы водорода одной или разных метильных групп. Также обстоит дело и с 2,2-диметилпропаном — так как по отношению к одной

выбранной вершине правильного тетраэдра 3 остальные эквивалентны, поэтому 2 атома хлора можно разместить по двум разным метильным группам единственным способом.

9. При хлорировании 2,3-диметилбутана

может быть получено два продукта — в результате замещения соответственно третичного и первичного атомов водорода:

Такая же ситуация наблюдается в случае изобутана. При этом изобутан содержит один третичный и девять первичных атомов H. Если бы скорость замещения по этим двум положениям была одинаковой, то соотношение продуктов реакции было бы 9 : 1. Так как реальное соотношение 2 : 1, скорость замещения третичного атома водорода в 4,5 раз выше скорости замещения первичного атома.

В случае 2,3-диметилбутана имеется 2 третичных атома и 12 первичных атомов водорода, соотношение 6 : 1. Так как третичные атомы замещаются в 4,5 раз быстрее, то соотношение продуктов будет $(6 \cdot 1) : (1 \cdot 4{,}5) = 4 : 3$.

Химические свойства полученных изомеров различаются. При взаимодействии с раствором щёлочи 1-хлор-2,3-диметилбутан превращается в соответствующий спирт,

а в случае третичного хлорида основным продуктом реакции будет продукт отщепления, алкен

(расположение двойной связи — в соответствии с правилом Зайцева).

10. 1) Растворы HCl, H_2SO_4 (разбавленная) и $ZnCl_2$ не растворяют медь (так как медь стоит в ряду напряжений правее водорода, а также правее цинка).
2) концентрированная H_2SO_4 реагирует с медью
$Cu + 2H_2SO_4 = CuSO_4 + 2H_2O + SO_2$
3) $Cu + 4HNO_3 = Cu(NO_3)_2 + 2NO_2 + 2H_2O$
(или реакция с образованием NO)
4) $Cu + 2FeCl_3 = CuCl_2 + 2FeCl_2$
5) $Cu + 2HCl + H_2O_2 = CuCl_2 + 2H_2O$

КОНКУРС ПО БИОЛОГИИ

Вопросы и ответы подготовили биологи школы № 520 г. Москвы Соколова Г. А., Калякин М. В., Куприянова Е. А., Кобузева И. А. и Петраш Е. Г.

Все задания адресованы школьникам всех классов. Оценка по каждой задаче зависит от количества и полноты верно указанных «составных частей» решения (верных вариантов ответа, гипотез и т. п.) и Вашего класса (возраста). Итог подводится по сумме оценок по всем заданиям.

Вопросы и задания

1. Известно, что у паука «наружное» пищеварение. Поймав муху, он, прежде всего, обрабатывает её своей слюной, содержащей пищеварительный сок. Можно ли представить себе что-то подобное в мире растений?

2. Людям (вид Homo sapiens) свойственно держать голову вертикально прямо. От чего это зависит:
а) от расположения позвонков;
б) от мышц;
в) другие варианты (*напишите, что именно*)?

3. Найдите соответствия между I и II группами:

Группа I	**Группа II**
1.1. кожные одноклеточные железы;	2.1. аксолотль;
1.2. плакоидная чешуя;	2.2. ехидна;
1.3. костная чешуя;	2.3. ящерица;
1.4. кожа, несущая основную роль в дыхании;	2.4. пингвин;
1.5. сухая кожа, отсутствие желёз;	2.5. акула;
1.6. хорда;	2.6. лягушка;
1.7. неподвижный череп;	2.7. киви;
1.8. позвонок;	2.8. гадюка;
1.9. один круг кровообращения;	2.9. лиса;
1.10. грудная клетка;	2.10. куропатка;
1.11. зубы;	2.11. муравьед;
1.12. парные конечности;	2.12. червяга;
1.13. костный позвоночник;	2.13. окунь;
1.14. слуховые косточки;	2.14. крыса;
1.15. перья;	2.15. скат.
1.16. чешуйчатый эпидермис;	
1.17. трёхкамерное сердце.	

Ответ можно оформить в виде таблицы, отметив крестиком правильные, по Вашему мнению, варианты соответствий.

4. Известно, что клетки крови человека — эритроциты — не содержат ядер, не способны к делению и сильно отличаются от обычных клеток. Так на основе чего учёные выделяют этот структурный элемент как клетку?

5. Земноводные — животные, жизнь которых неразрывно связана как с сушей, так и с водой. Однако известны виды жаб, живущих в песчаных зонах, сильно удалённых от водоёмов. Какие приспособления могли бы использовать эти животные для выживания в подобных условиях?

6. Предложите несколько гипотез о механизмах старения.

7. Назовите особенности биологии птиц, которые делают некоторые их виды кандидатами на включение в «Красную книгу».

8. Лесные птицы часто образуют смешанные стаи — группы, в которых представители разных видов подолгу перемещаются вместе. Назовите возможные причины возникновения таких объединений и «сконструируйте» такую стайку из известных вам подмосковных птиц.

9. Любые растения, растущие вместе (допустим, травы на лугу), обязательно влияют друг на друга. Предложите как можно больше способов взаимодействия растений в лесу.

Ответы на вопросы конкурса по биологии

Вопрос 1. *Известно, что у паука «наружное» пищеварение. Поймав муху, он, прежде всего, обрабатывает её своей слюной, содержащей пищеварительный сок. Можно ли представить себе что-то подобное в мире растений?*

В мире растений существуют хищные растения, питающиеся насекомыми. Обычно эти растения поселяются в болотах, по заболоченным берегам, есть среди них и эпифиты. Поедая насекомых, растения восстанавливают недостаток органических веществ в почве, а именно содержащих азот.

«Хищников» в растительном мире не так мало — несколько семейств специализируется на ловле насекомых. Большая часть таких растений обитает в тропиках, но есть несколько родов, обитающих у нас, это — росянки, пузырчатки, жирянки.

Охотой занимаются, как правило, видоизмененные или специально приспособленные листья. У росянки и жирянки насекомые приклеиваются и затем перевариваются складывающимися листьями, у тропических непентесов часть листа превращена в специальный ловчий кувшинчик, где и скапливаются жертвы. По вместительности такие кувшинчики могут быть сравнимы с желудком человека. И листья росянки, и кувшинчики непентеса выделяют ферменты, переваривающие добычу, причём переваривание может про-

исходить очень быстро, за какие-нибудь 5–8 часов. Не хуже, чем у паука![1]

Вопрос 2. *Людям (вид Homo sapiens) свойственно держать голову вертикально прямо. Отчего это зависит:*

а) от расположения позвонков;

б) от мышц;

в) другие варианты (напишите, что именно)?

Конечно же, люди держат голову прямо потому, что шейные позвонки устроены и соединены специальным образом. И кошки, и лошади держат голову, но строение их позвоночника и особенно шейного отдела другие — другое и положение головы. Несомненно, что и мышцы помогают в этом — мы засыпаем, мышцы расслабляются, голова безвольно «падает» на грудь. Но не стоит забывать и о том, что умение «держать голову» приходит к нам не сразу, этот безусловный рефлекс формируется у новорождённого ребёнка — нервная система причастна к положению головы.

Если рассмотреть черепа предков человека: человекообразных обезьян, австралопитеков, да и представителей рода человек — человека прямоходящего, умелого, то можно заметить, как отличаются их черепа от формы черепа современного человека. Лицевой отдел у человека разумного уменьшился — укоротились челюсти, лицо стало плоским; зато увеличился мозговой отдел — это не случайно — тяжёлая задняя часть головы сама заставляет отбрасывать голову назад, служит противовесом при ходьбе на двух ногах. Таким образом, строение черепа тоже определяет положение головы. А гордо поднятая голова — не только признак хорошего настроения, но и уверенного передвижения на двух ногах!

Вопрос 3. *Найдите соответствия между I и II группами. Ответ можно оформить в виде таблицы, отметив крестиком правильные, по Вашему мнению, варианты соответствий.*

	2.1. аксолотль	2.2. ехидна	2.3. ящерица	2.4. пингвин	2.5. акула	2.6. лягушка	2.7. киви	2.8. гадюка	2.9. лиса	2.10. куропатка	2.11. муравьед	2.12. червяга	2.13. окунь	2.14. крыса	2.15. скат
1.1.кожные одноклеточные железы	★	★			★	★			★		★	★	★	★	★
1.2.плакоидная чешуя													★		
1.3.костная чешуя					★										★
1.4.кожа — осн. роль в дыхании	★					★						★			
1.5.сухая кожа, отсутствие желёз			★	★			★	★		★					
1.6.хорда	★	★	★	★	★	★	★	★	★	★	★	★	★	★	★
1.7.неподвижный череп	★				★								★		★

[1] Пищеварение у растений формально называется внутренним, т. к. осуществляется во временно образованном закрытом пространстве.

	2.1. аксолотль	2.2. ехидна	2.3. ящерица	2.4. пингвин	2.5. акула	2.6. лягушка	2.7. киви	2.8. гадюка	2.9. лиса	2.10. куропатка	2.11. муравьед	2.12. червяга	2.13. окунь	2.14. крыса	2.15. скат
1.8.позвонок	★	★	★	★	★	★	★	★	★	★	★	★	★	★	★
1.9.один круг кровообращения					★								★		★
1.10.грудная клетка		★	★	★			★	★	★	★	★			★	
1.11.зубы	★		★		★	★		★	★			★	★	★	★
1.12.парные конечности	★	★	★	★	★	★	★		★	★	★		★	★	★
1.13.костный позвоночник	★	★	★	★		★	★	★	★	★	★	★	★	★	
1.14.слуховые косточки	★	★	★	★		★	★	★	★	★	★	★		★	
1.15.перья				★			★			★					
1.16.чешуйчатый эпидермис			★	★			★	★		★			★		
1.17.трёхкамерное сердце	★		★			★		★				★			

Справка. Аксоло́тль — личинка хвостатого земноводного — тигровой амбистомы, способная к самостоятельному размножению на личиночной стадии (явление такого размножения — без превращения во взрослую особь — носит название неотения). Способность аксолотля к самостоятельному превращению из личинки во взрослую особь утрачена, однако такое превращение может быть вызвано искусственным путём (воздействием гормонов щитовидной железы).

Вопрос 4. *Известно, что клетки крови человека — эритроциты — не содержат ядер, не способны к делению и сильно отличаются от обычных клеток. Так на основе чего учёные выделяют этот структурный элемент как клетку?*

Эритроциты — высоко специализированные безъядерные клетки, теряющие ядро и большинство органелл в ходе созревания. Связано это с транспортом газов (дыханием) и других важных для клетки веществ: аминокислот, антител, некоторых токсичных и лекарственных веществ.

Почему же эритроциты — клеточные структуры? Рассмотрим строение эритроцита: как любая клетка, эритроцит окружен мембраной, сходной по строению с мембранами других клеток и выполняющей те же функции. В эритроцитах сохраняются органоиды синтеза белка — рибосомы и эндоплазматическая сеть. В течение своей жизни (около 120 дней!) эритроцит меняет форму и размер, то есть не только функционирует в крови, но и продолжает развиваться и даже затем расформировываться.

Откуда же берутся эритроциты? Ведь без ядра делением они размножаться не могут. Родоначальницами эритроцитов, как и других клеток, являются стволовые клетки, живущие в красном костном мозге. Эти клетки делятся, а их потомки постепенно дифференцируются — клетки уменьшаются почти в два раза, снижается количество РНК, накапливается белок гемоглобин и происходит уплотнение и выход ядра.

В некоторых случаях в крови обнаруживаются эритроциты с ядром. В крови новорождённых детей это закономерно, у взрослых — свидетельствует о тяжёлом заболевании.

У некоторых животных — у лягушки или у птиц эритроциты в норме имеют ядра. У млекопитающих же — утратились в ходе эволюции. Так что можно смело сказать, что эритроцит — действительно клетка.

Вопрос 5. *Земноводные — животные, жизнь которых неразрывно связана как с сушей, так и с водой. Однако известны виды жаб, живущих в песчаных зонах, сильно удалённых от водоёмов. Какие приспособления могли бы использовать эти животные для выживания в подобных условиях*?

Особенности размножения амфибий типичны для водных организмов, но среди представителей этого класса есть ряд форм, развитие которых не связано с водоёмами.

Некоторые жабы откладывают яйца (икру) на влажной земле или среди камней, а не в воду. Из крупных, богатых желтком яиц вылупляются вполне сформированные лягушата. У эмбрионов некоторых таких видов даже не развиваются жабры. Органом дыхания служит богатый кровеносными сосудами хвост.

Австралийская жаба прячет свои яйца в норы, специально вырытые самцом. В период размножения у самцов этого вида на морде развивается специальное лопатообразное утолщение, помогающее копанию. Африканские амфибии не только роют норы, но и устраивают в них пенные гнёзда, сбивая лапами слизистые оболочки яиц. Норы уберегают зародышей от чрезмерного перегрева, а пена способствует улучшению газообмена. Развитие этого вида целиком проходит вне водоёма.

У некоторых видов яйца развиваются на теле родителей. Есть виды амфибий, вынашивающие яйца и личинки на собственных спинах — так поступают американские пипы[1], а у лягушек с Сейшельских островов яйца развиваются на земле, а на спину родителей залезают вылупившиеся личинки.

У пустынных видов африканских жаб яйца развиваются в организме матери до стадии личинки.

Вопрос 6. *Предложите несколько гипотез о механизмах старения.*

Науке известно не менее 500 гипотез, объясняющих и первопричину, и механизмы старения. Большинство этих гипотез не выдержало проверки времени и представляют лишь исторический интерес. Это гипотезы, связывающие старение с расходованием ядрами некого особого вещества, появлением страха смерти, утратой невосполнимых веществ, получаемых организмом в момент оплодотворения и др.

Гипотезы, представляющие научную ценность в наши дни, соответствуют одному из двух главных направлений.

Некоторые авторы рассматривают старение как процесс возрастного накопления «ошибок» — мутаций, неизбежно случающихся в ходе жизнедеятельности под действием внутренних или внешних причин. Первостепенная роль отводится

[1]Водный вид, здесь упомянут только как пример.

в таком случае генетическому аппарату. Многие исследователи связывают старение организма с изменением строения и, значит, физиологических и биологических свойств макромолекул: ДНК и РНК, белков ядра, ферментов. Особенно выделяют повреждения липидов клеточных мембран. Сбои в работе клеточных оболочек нарушают эффективность регуляторных механизмов, это и приводит к нарушению процессов жизнедеятельности. Сюда же относят гипотезы, усматривающие основу старения в износе структур.

Вторая же группа гипотез утверждает, что процесс старения находится под генетическим контролем. Контроль этот связан с наличием специальных генов или даже осуществлением специальных генетических программ, как в эмбриональном развитии.

Некоторые такие гипотезы предполагают работу биологических часов (роль часов приписывают вилочковой железе, прекращающей функционировать в зрелом возрасте). К этой же группе можно отнести и гипотезу о связи старения с изменением особенностей функционирования нервной системы.

Вопрос 7. *Назовите особенности биологии птиц, которые делают некоторые их виды кандидатами на включение в «Красную книгу».*

Существует масса причин, по которым птицы становятся редкими. У одних видов птиц низкая численность вообще (в мировом масштабе), у других — небольшой по площади ареал. Некоторые виды распространены на небольших островах или в горах (аналог островов). Эта причина сокращения численности вида не то же самое, что предыдущая. Есть виды птиц, численность которых сокращается, так как птица не способна к полёту, а в местах её обитания появляются новые хищники. Такие ситуации обычны на островах.

Редкими и исчезающими могут стать охотничьи или, точнее, съедобные виды; виды с очень специализированным питанием и/или биотопической приуроченностью. Сокращается численность птиц, обитающих в ландшафтах, активно изменяемых человеком (степи, реки, заливные луга и т. д.). Длинный пролётный путь при миграциях, проходящий через густо населённые районы, может повлиять на численность птицы.

Под ударом находятся красивые и/или хорошо поющие птицы — желанные объекты домашнего содержания. Кандидатами на включение в «Красную книгу» становятся виды, считающиеся по каким-то причинам вредными (типичный пример — хищники).

Если птицы начинают размножаться не на втором или третьем году жизни, а позже, и выращивают за один цикл размножения по 1–2 птенца — у них низкая скорость воспроизводства — и это может стать причиной исчезновения вида.

При проверке этого вопроса оценивалось и знание примеров видов редких птиц.

Вопрос 8. *Лесные птицы часто образуют смешанные стаи — группы, в которых представители разных видов подолгу перемещаются вместе. Назовите возможные причины возникновения таких объединений и «сконструируйте» такую стайку из известных вам подмосковных птиц.*

Стайки образуют чаще всего мелкие воробьиные насекомоядные птицы. Причин образования стаек несколько:

а. Совместный контроль за приближением возможной опасности (хищника) — чем больше стая, тем выше вероятность заметить опасность заранее, тем ниже вероятность нападения на конкретную особь и тем больше времени можно посвятить не оглядкам, а собственно кормлению.

б. В стайке легче искать кормные места — один обнаружил «склад», остальные тут же подлетели

в. Охотники за насекомыми могут выпугивать часть добычи при своих перемещениях, соседи при этом ловят двигающихся более заметных насекомых. В стае может присутствовать птица, способная разрушать укрытия, в которых прячутся насекомые, тем самым делая насекомых доступными и другим участникам стайки.

г. У каждого вида своя пищевая специализация — один ловко ловит насекомых в лёт, другой обшаривает ветки, третий заглядывает под листья. Это не причина, заставляющая птиц объединяться, но необходимое условие, при котором оно возможно.

Вопрос 9. *Любые растения, растущие вместе (допустим, травы на лугу), обязательно влияют друг на друга. Предложите как можно больше способов взаимодействия растений в лесу.*

Взаимодействия растений в лесу могут быть очень разнообразны, они могут быть прямыми, если растения непосредственно влияют друг на друга, а могут быть и косвенными, если один организм меняет среду обитания для другого. Вот примеры некоторых взаимодействий.

Прямые взаимодействия. К взаимодействиям такого рода могут быть отнесены широко известные паразитизм и симбиоз. Некоторые растения-паразиты могут полностью отказаться от фотосинтеза, питаясь исключительно за счёт растения-хозяина. В средней полосе России наиболее широко известны такие паразиты, как петров крест, подъельник, повилика. Бывают растения, которые могут и сами осуществлять фотосинтез, и добывать дополнительное питание из растения, к которому они «присасываются». К таким растениям-полупаразитам относятся многие норичниковые, например погремок[1]. С другой стороны, встречаются растения, получающие взаимную пользу от взаимодействия — симбионты. Широко известен симбиоз тропического водного папоротника азоллы с синезелёной водорослью анабеной, которая умеет фиксировать атмосферный азот. Этот папоротник используется человеком для повышения плодородия почв[2]. Возможно также взаимодействие, приносящее пользу одному растению и безразличное для его партнёра — так растения-эпифиты получают пользу от своего хозяина, но, как правило, не приносят ему ни пользы, ни вреда. Кроме того, есть данные, позволяющие считать, что растения могут использовать в конкурентной борьбе химические вещества, выделяемые их корнями и листьями. Такие вещества могут подавлять развитие соседей-конкурентов.

[1]Повилика и погремок не характерны для лесных сообществ, здесь упомянуты только как примеры различных типов паразитирования.

[2]Например, при выращивании риса.

Косвенные взаимодействия. Самый распространённый тип взаимодействия — затенение одного растения другим. Более низкое растение, располагаясь под пологом другого, более высокого, получает меньше света, что может серьезно влиять на его жизнедеятельность. Растения многих древесных пород не могут развиваться до зрелого состояния под пологом высоких деревьев, поэтому, например, дубрава может возобновляться только пятнами, в световых окнах, образующихся на месте выпавших старых деревьев. Кроме того, листовой опад растений сильно влияет на состав почвы в растительном сообществе — а состав почвы определяет условия существования растений на данной территории. Растения, составляющие сообщество, особенно такое, как лес, создают в месте произрастания особый микроклимат, также влияющий на другие виды растений.

Таким образом, способы взаимодействия растений очень разнообразны, поэтому при оценке ответа приветствовалась любая здравая идея, высказанная школьниками.

КОНКУРС ПО ИСТОРИИ

Автор заданий и решений — Сергей Георгиевич Смирнов, ведущий научный сотрудник ИИО РАО.

Вопросы и задания

Все задания адресованы школьникам всех классов: каждый может выбрать те задачи, которые ему по вкусу и по силам. Для текстов с ошибками нужно составить список указанных в тексте событий (фактов), которые на самом деле происходили или **не тогда**, или **не там**, или **не так**, и объяснить, как, где и с кем они происходили — или почему их вообще не могло быть.

Задание считается выполненным хорошо, если верно решены хотя бы две задачи, или верно указаны хотя бы 10 ошибок в одном из текстов.

1. Перечислите знаменитых современников Леонардо Фибоначчи во всём мире. С кем из них он встречался и беседовал?

2. В какие времена, в каких странах, к каким людям окружающие могли обратиться со словами: «Гражданин Царь», или «Гражданин Бог» ?

3. Какие титулы носили министры иностранных дел у разных народов, в разные времена?

4. Плутарх объединил в пары знаменитых деятелей Эллады и Рима. Расширьте некоторые из этих пар, добавив к ним сходных деятелей иных времён и народов: Ирана, Китая, Англии, России и т. д. Объясните, в чём вы видите сходство этих героев.

5. Где и когда правители носили прозвища:

Лев Справедливости, Меч Веры, Кровопийца, Бородач, Навозник, Бессонный, Косматый, Грозные Очи, Тугой Лук, Большое Гнездо, Всемирный Паук, Апельсин, Пикирующий Орёл, Обсидиановый Змей?

6. Нарисуйте граф включений и пересечений следующих понятий:

Бедуины, Хашимиты, Фатимиды, Курейшиты, Омейяды, Шииты, Аббасиды, Хариджиты, Ваххабиты, Алиды, Сунниты, Ансары, Мухаджиры, Гяуры.

7. Кто из известных учёных был лично знаком с Наполеоном Бонапартом? Как повлияло это знакомство на их биографии?

8. Чем замечательны следующие книги? Кто и когда их написал или впервые издал? На каких языках?

1. Ши Цзи
2. Elementes
3. Ars Magna
4. Энума Элиш
5. Il Principe
6. Цянь Хань Шу
7. Лицевой Свод
8. Al Muqaddama
9. The Leviathan
10. De Civitas Dei
11. De Rerum Natura
12. Summa Theologiae
13. Study of History
14. La Divina Comedia
15. Die Heilige Schrift
16. Principia Mathematica
17. Disquisitiones Arithmeticae
18. Мегале Математике Синтаксис

9. Кого из римских пап вы считаете самым интересным деятелем (в той или иной сфере)? За какие дела?

10. Попробуйте дать строгое определение понятия «кризис» (экономический, политический, идеологический). Приведите примеры бурных событий из истории разных стран, которые **были** или **не были** кризисами (согласно вашему определению).

11. Составьте сценарий диалога между вами и одним из известных историков (уже умерших). О чём бы вы его спросили? Какие вопросы он мог бы вам задать — и что бы вы ответили?

12. «Сегодня люди впервые зажгли огонь, который пришёл не от Солнца». Кто, когда и где произнёс эту фразу? Какой эксперимент имелся в виду? Откуда пришёл этот «огонь» ?

13. Найдите исторические ошибки в тексте.

Иван Калита
(текст с ошибками)

Гонец из Орды прискакал в Москву перед самой Пасхой. Прослышав о тайном сговоре между Тверью и Литвой, хан Джанибек решил: быть совместному походу татар и русских на Литву! Кто откажется от участия в этом деле — тот изменник вольному царю, повинный смерти и разорению! Первая цель похода — Смоленск; за ним — Минск и Вильна. Пора укротить дерзкого князя Ольгерда, у которого закружилась голова от побед над крестоносцами. . .

Князь Иван Дмитриевич давно ждал такого приказа. Наконец-то интересы Москвы и Сарая совпали! Ведь Литва одинаково грозит обоим государствам. Недавно скуповатый князь был вынужден истратить почти всю казну на обновление каменного Кремля: иначе конница Ольгерда захватила бы Москву до подхода ордынской рати! Нет ещё в Москве своей хорошей конницы. . .

Смоленский князь Николай — враг Москвы с тех пор, как брат Калиты Александр отнял у смолян Коломну. И тверской князь Михаил не решится примкнуть к походу Джанибека: ведь его сестра замужем за Ольгердом! Значит, после захвата Смоленска можно напасть на Тверь. . . Вряд ли хан разрешит Калите присвоить столь важные города — но нетрудно будет получить право сбора дани с разорённых смолян и тверичей. Эдак можно лет за пять окупить все расходы на войну с Литвой и на постройку Кремля! Да ещё разорение Твери приведёт к переселению тверских купцов на московские земли. . .

План хорош; но нужно, чтобы его поддержала русская церковь. Жаль, что умер митрополит Пётр — потомственный москвич, верный сподвижник Калиты. Теперь на его месте сидит хитрый грек Киприан. Он не одобряет тягу Калиты к власти над всею Русью. Но разгром Литвы татарами и москвичами даст московскому владыке шанс крестить последних язычников Европы — упрямых ливов и пруссов. Такую войну можно назвать крестовым походом: разве православные витязи хуже рыцарей-католиков?

Дальновидный митрополит одобрил замысел князя. После этого под знамя Москвы встали князья Рязани и Чернигова, Полоцка и Витебска. Смоленск был взят легко и почти не разорён: Калита берёг своих будущих данников. Минский князь бежал в Литву — вслед за отступающим Ольгердом, который помирился с Орденом ради борьбы с Ордой. В тяжкой битве на Ворскле татарские лучники расстреляли неповоротливых рыцарей: немцев, поляков и мадьяр. Ольгерд отступил ещё дальше и принял крещение от католиков; поляки удержали Минск, а мадьяры — Галич. Но Смоленск перешёл под власть Орды, под московское управление.

Князь Михаил Тверской бежал во Псков; его дочь Марию, попавшую в плен, Калита тут же выдал замуж за своего сына Симеона. Так новорождённая Московская держава заявила претензии на западные земли Киевской Руси. В честь двойной победы над Смоленском и Тверью в Кремле появились два новых храма: Архангельский (ибо Смоленск был взят в Михайлов день) и Спаса на Бору (туда москвичи перенесли иконостас из Спасского собора Твери).

Только смерть доброго царя Джанибека остановила цепь успехов Калиты: в Орде началась усобица. Но и тут хитрый московит не прогадал: подружившись в походе с царевичем Касимом, он предоставил его дружине убежище в Московской земле. Так в Москве появились служилые татары — основа конницы, одолевавшей в последующие века новгородцев и литовцев, немцев и шведов с неизменным монгольским кличем «ура!». Москва сделалась как бы второй столицей Орды. Сто лет спустя она вышла на первое место — когда князь Василий Иванович перенял царский титул у побеждённого хана Ахмета.

14. Найдите исторические ошибки в тексте.

Юбилей Фарадея
(текст с ошибками)

Первый международный физический конгресс открылся в Лондоне 22 сентября 1869 года — в день 70-летия лорда Майкла Фарадея. Лысый, но бодрый юбиляр, сохранив общеизвестную живость ума, принимал поздравления от коллег и ровесников из всей Европы: от Мадрида и Стокгольма до Казани и Петербурга. Только престарелый Лобачевский не смог приехать в Лондон. От его имени приветствие зачитал Дмитрий Менделеев — лидер русских химиков, недавно составивший первую таблицу элементов и угадавший существование новых щелочных металлов. В таблицу Менделеева еще мало кто верит, но Фарадей убеждён в проницательности юного коллеги: ведь он расшифровал структуру бензола, нечаянно полученного Фарадеем в его молодые годы!

Из Италии прибыл Эванджелиста Торричелли — герой, превративший неевклидову геометрию из еретического мифа в бесспорную истину. Германию представляет Роберт Фридхоф — открыватель многих новых элементов путём спектрального анализа. Жаль, что неутомимый Гарольд Юнг, первым измеривший длину световых волн, не дожил до этого триумфа! Ведь именно лекции Юнга увлекли юного сапожника Фарадея на тернистый путь научного поиска, увенчанный изобилием открытий и почестей. Фарадей первый понял, что волны света должны быть поперечными: иначе их скорость в стекле будет больше, чем в вакууме! Позднее блестящий испанец Араго подтвердил эту догадку расчётом, непосильным для бывшего сапожника Фарадея. . .

Зато теперь ученики Фарадея превзошли дерзких уроженцев Кастилии и Лангедока. Упорный шотландец Максвелл только что доказал хитрым расчётом реальность силовых линий магнитного поля, давно угаданных Фарадеем. Оказалось, что эти линии суть траектории фотонов — минимальных частиц света, передающих взаимодействие между заряженными телами! Кто бы мог вообразить столь простую модель света и электричества в героические 1820-е годы — когда Фарадей и его вечный соперник Дэви изобретали телеграф и электродвигатель, постигали законы электролиза! А нынче далёкий друг Морзе прислал поздравление из США по межконтинентальному телеграфу. Великое чудо — научный прогресс!

Но тем больше ответственность учёных за применение их открытий ко благу людей. Недавние войны в Европе и в Северной Америке — грозные предостережения на сей счёт. Хитроумные американцы построили первые подводные лодки, первые броненосные пароходы: ход войны они не ускорили, но число убитых людей намного возросло. Недавно американец Максим изобрёл пулемёт — страшное оружие, которое наверняка положит конец массовым атакам пехоты в открытом поле. Европейские военачальники сразу ухватились за грозную новинку — и вот уже австрийская армия расстреляна прусскими пулемётчиками в битве при Павии, а Пруссия сделалась империей. Теперь Бисмарк хочет вернуть Эльзас и Ломбардию; значит, неизбежна новая война между немцами и французами. . .

Как учёные люди двух цивилизованных стран терпят такое безумие своих политиков? Вот он, Фарадей — отказался же разрабатывать отравляющие газы для

того, чтобы английские солдаты побыстрее захватили Севастополь! Лорды Адмиралтейства признали правоту учёнейшего из англичан; так нужно действовать и впредь. Оттого лорд Фарадей выбрал для своей речи на конгрессе необычную тему: «Прогресс наук и мир во всём мире». Нужно пробудить совесть и гордость коллег — особенно младших, ещё не ощутивших свою ответственность за судьбу европейской цивилизации! И не только европейской: ведь нам подражают просвещённые монархи Персии, Японии, Китая. . .

Участники конгресса выслушали речь Фарадея с величайшим вниманием. Сразу же был создан Комитет Сторонников Мира — всемирная организация учёных, писателей и иных властителей дум просвещённых народов. Но предотвратить Франко-Прусскую войну новым миротворцам не удалось. Тогда разочарованный Фарадей произнёс знаменитую фразу: «Очевидно, наука Политика ещё сложнее, чем наука Физика! Мы должны изучить её столь же основательно, чтобы влиять на судьбу человечества, уравновешивая эгоизм военных, политиков и прочих невежд!».

Ответы и решения к заданиям конкурса по истории

1. *Перечислите знаменитых современников Леонардо Фибоначчи во всём мире. С кем из них он встречался и беседовал?*

В Италии и Германии правил император Фридрих 2 Штауфен: при его дворе (в Палермо и Неаполе) происходили диспуты о науке с участием Фибоначчи.
В католической церкви действовали папа Иннокентий 3 и основатели новых монашеских орденов: св. Франциск и св. Доминик.
Во Франции правил Филипп 2 Август,
в Англии — Ричард Львиное Сердце, потом Джон Безземельный.
В Англии епископ Стефан Ленгтон составил Великую Хартию Вольностей.
Во Владимире князь Всеволод Большое Гнездо собрал первый парламент (Земский собор) по вопросу о престолонаследии.
В Грузии правила царица Тамара и творил поэт Шота Руставели.
Монгольские воеводы хана Чингиза — Джэбэ и Субэдэ разбили половцев и русских князей на реке Калке.
Рыцари-крестоносцы начали завоевание Прибалтики.

2. *В какие времена, в каких странах, к каким людям окружающие могли обратиться со словами: «Гражданин Царь», или «Гражданин Бог»?*

Титул «Гражданин Царь» был обычен в Спарте: её цари были военачальниками, а гражданской власти не имели. Обоими титулами афиняне называли Александра Македонского после того, как он стал гегемоном Эллады (в 336 году до н. э.). Позднее оба титула применялись к некоторым римским императорам (до Диоклетиана). С принятием христианства Константином божественный титул императора исчез — но царско-гражданский титул сохранился до падения Византии в 1453 г. Титул «Гражданин Бог» носил каждый римский полководец, удостоенный триумфа: в этот день олицетворял он собой Юпитера.

3. *Какие титулы носили министры иностранных дел у разных народов, в разные времена?*

Примеры:
В России со времён Ивана 3 — думный дьяк или боярин Посольского приказа; после Петра 1 — президент Иностранной коллегии, в 1921–1947 годах — нарком иностранных дел.
В Османской империи с 16 века — «драгоман Порты» (= переводчик султана).
В США и современной Германии — государственный секретарь;
в Великобритании — иностранный секретарь.

4. *Плутарх объединил в пары знаменитых деятелей Эллады и Рима. Расширьте некоторые из этих пар, добавив к ним сходных деятелей иных времён и народов: Ирана, Китая, Англии, России и т. д. Объясните, в чём вы видите сходство этих героев.*

Примеры:
Александр Македонский — Юлий Цезарь — Чингиз-хан — Тимур (завоеватели).
Демосфен — Цицерон — Абеляр — Ришелье — Мирабо — Троцкий (ораторы).
Ришелье, хотя этот факт и не очень известен, начал свою деятельность именно как оратор — спикер 1 сословия в Генеральных Штатах (1614 год).

5. *Где и когда правители носили прозвища.*

Прозвище	Правитель
Лев Справедливости	Генрих 1 Английский
Меч Веры	Сайф-ад-дин — прозвище многих исламских правителей
Кровопийца (проливающий кровь)	багдадский халиф Абдулла ас-Сафах
Бородач	византийские императоры Констант 2 и Константин 4
Навозник	Константин 7
Бессонный	Юстиниан 1
Косматый	конунг Норвегии Харальд Луфу
Грозные Очи	князья Владимир Мономах и Дмитрий Тверской
Тугой Лук	William Strongbow (Англия, 12 век)
Большое Гнездо	владимирский князь Всеволод Большое Гнездо
Всемирный Паук	Людовик 11 Французский
Апельсин	Апиль-Син (вавилонский царь, дед Хаммурапи)
Пикирующий Орёл	Кваутемок (последний царь ацтеков, 16 век)
Обсидиановый Змей	Ицкоатль (царь ацтеков, 15 век)

6. *Нарисуйте граф включений и пересечений следующих понятий:*
Бедуины, Хашимиты, Фатимиды, Курейшиты, Омейяды, Шииты, Аббасиды, Хариджиты, Ваххабиты, Алиды, Сунниты, Ансары, Мухаджиры, Гяуры.

Гяуры (=неверные) не пересекаются с прочими (мусульманами).

Мухаджиры — первые мусульмане, бежавшие с пророком из Мекки в Медину.
Ансары — жители Медины, принявшие ислам от Мухаммеда.
Бедуины — пустынные кочевники (любого вероисповедания).
Курейшиты — ведущее племя в Мекке; к нему принадлежал Мухаммед.
Хашимиты и *Омейяды* — два ведущих рода курейшитов (к первому принадлежал Мухаммед, из второго вышла династия халифов).
Алиды и *Фатимиды* — два названия одной династии халифов, правившей в Северной Африке.
Халифы *Аббасиды* правили в Багдаде,
халифы *Омейяды* — в Дамаске.
Шииты (=раскольники) и *сунниты* (=толкователи) — две ветви ислама, разделившиеся в 7 веке.
Ваххабиты — ветвь ислама, обособившаяся в 18 веке.
Хариджиты — секта мусульман-республиканцев, отделившаяся от Халифата в середине 7 века, до воцарения халифов *Омейядов*.

Подобную схему отношений между понятиями иногда удобно изобразить с помощью графа, состоящего из вершин (точек, соответствующих понятиям) и рёбер (линий, соединяющих точки, находящиеся в некотором отношении). Так, пересекающиеся понятия можно соединить отрезками, а включаемые — стрелками (например *мухаджиры* → *мусульмане*).

7. *Кто из известных учёных был лично знаком с Наполеоном Бонапартом? Как повлияло это знакомство на их биографии?*

В числе знакомых Наполеона Бонапарта были
математики Монж, Лагранж, Лаплас, Карно, Фурье;
химики Бертолле и Фуркруа;
физики Гей—Люссак, Тенар, Шарль, Дэви;
многие востоковеды и географы — участники Египетской экспедиции.

Став правителем Франции, Наполеон старался сделать многих ученых мужей государственными мужами — но обычно без успеха (так было, например, с Лапласом). Удачным министром просвещения был биолог Кювье, военно-морским министром — Монж.

8. *Чем замечательны следующие книги? Кто и когда их написал или впервые издал? На каких языках?*

Название	Перевод названия или содержание	Автор	Время
La Divina Comedia	«Божественная Комедия»	Данте Алигьери	14 век
Die Heilige Schrift	немецкий перевод Библии	Мартин Лютер	16 век
Study of History	«Изучение Истории»	А. Тойнби	1931–1957
Ars Magna	«Великое Искусство»	химик Раймонд Луллий	14 век
De Rerum Natura	«О природе вещей»	Лукреций Кар	1 век до н. э.
Disquisitiones Arithmeticae	«Арифметические исследования»	Карл Гаусс	1801
The Leviathan	«Чудовище»	Томас Гоббс	1651

Название	Перевод названия или содержание	Автор	Время
Il Principe	«Государь»	Никколо Макиавелли	1513
Principia Mathematica	«Основания математики»	Рассел и Уайтхед	1900
	с этих слов начинается заглавие основной книги Ньютона		
De Civitate Dei	«О Граде Божьем»	Августин Блаженный	5 век
Al Muqaddama	«Введение в Историю»	Абд-ар-Рахман ибн Хальдун	14 век
Elementes	латинский перевод Евклида	записан в 12 веке, напечатан в 1482 г.	
Summa Theologiae	главный труд автора	Фома Аквинский	1274
Мегале Математике Синтаксис	первый учебник астрономии	Клавдий Птолемей	2 век
Ши Цзи	«Исторические Записки»	Сыма Цянь	1 век до н. э.
Цянь Хань Шу	«История Старшей династии Хань»	Бань Гу	2 век
Энума Элиш	«Когда вверху небо было без имени. . . »	Вавилонский миф	18 век до н. э.
Лицевой Свод	обзор русской истории	заказан Иваном Грозным	16 век

Примечание: в условиях, выданных школьникам на самом турнире, была допущена ошибка — вместо «De Civitate Dei» было напечатано «De Civitas Dei», что буквально переводится с латинского: «О божьих гражданах».

9. *Кого из римских пап вы считаете самым интересным деятелем (в той или иной сфере)? За какие дела?*

Например:
Лев 1 (договорился с Аттилой);
Григорий 1 (начал миссионерство в Европе);
Григорий 7 (превратил церковь в политическую монархию);
Урбан 2 (организовал первый крестовый поход).

10. *Попробуйте дать строгое определение понятия «кризис» (экономический, политический, идеологический). Приведите примеры бурных событий из истории разных стран, которые* **были** *или* **не были** *кризисами (согласно вашему определению).*

Пример определения: кризисом в любой организации называется раскол в поведении её членов — когда разные их группы начинают действовать независимо, преследуя только **свои** цели и не учитывая интересы других членов той же организации.

Примеры (для этого определения кризиса):
а) кризис Римской республики в 5 веке до н. э., проявившийся в забастовках плебеев;

б) кризис Российской империи в феврале 1917 года, когда рабочие в Петрограде забастовали, а солдаты отказались их подавлять;
в) нападение Германии на СССР в июне 1941 года **не стало** кризисом для России — поскольку этот удар не вызвал расколов в руководстве страны или мятежей в Красной Армии.

11. *Составьте сценарий диалога между вами и одним из известных историков (уже умерших). О чём бы вы его спросили? Какие вопросы он мог бы вам задать — и что бы вы ответили?*

«Правильного» ответа, естественно, нет.

12. *«Сегодня люди впервые зажгли огонь, который пришёл не от Солнца». Кто, когда и где произнёс эту фразу? Какой эксперимент имелся в виду? Откуда пришёл этот «огонь» ?*

Это слова Энрико Ферми после запуска первого ядерного реактора в Чикаго в 1942 году.

Уран, «горевший» в этом реакторе, попал в состав Солнца и Земли из самых ранних и массивных «сверхновых» звёзд. Они взрывались в первые миллионы лет существования Вселенной, быстро превращаясь в «чёрные дыры», но перед этим сбрасывали наружу оболочки с повышенным содержанием атомов тяжелее железа (см. стр. 1129).

13. *Найдите исторические ошибки в тексте.*

Для удобства тексты с ошибками приводятся ещё раз. Все ошибки выделены *курсивом* и снабжены номерами, соответствующими пунктам пояснения. Список ошибок по номерам см. на стр. 1205 и 1209.

Иван Калита (текст с ошибками)

Гонец из Орды прискакал в Москву перед самой Пасхой. Прослышав о *тайном сговоре между Тверью и Литвой*[4], *хан Джанибек решил*[2]: быть совместному походу татар и русских на *Литву*[1]! Кто откажется от участия в этом деле — тот изменник вольному царю, повинный смерти и разорению! *Первая цель похода — Смоленск*[1]; за ним — Минск и Вильна. Пора укротить дерзкого князя *Ольгерда*[3,17], у которого закружилась голова от побед над крестоносцами...

Князь Иван *Дмитриевич*[5] давно ждал такого приказа. Наконец-то интересы Москвы и Сарая совпали! Ведь Литва одинаково грозит обоим государствам. Недавно скуповатый князь был вынужден истратить почти всю казну на обновление *каменного Кремля*[6]: иначе конница Ольгерда захватила бы Москву до подхода ордынской рати! *Нет ещё в Москве своей хорошей конницы*[11]...

Смоленский князь *Николай*[7] — враг Москвы с тех пор, как *брат Калиты Александр*[8] *отнял у смолян Коломну*[9,10]. И тверской князь Михаил не решится примкнуть к походу Джанибека: ведь *его сестра замужем за Ольгердом*[12]! Значит, после захвата Смоленска можно напасть на Тверь... Вряд ли хан разрешит Калите присвоить столь важные города — *но нетрудно будет получить право сбора дани с разорённых смолян и тверичей*[13]. Эдак можно лет за пять

окупить все расходы на войну с Литвой и на постройку Кремля! Да ещё разорение Твери приведёт к переселению тверских купцов на московские земли...

План хорош; но нужно, чтобы его поддержала русская церковь. Жаль, что умер *митрополит Пётр — потомственный москвич, верный сподвижник Калиты*[14]. Теперь на его месте сидит хитрый *грек Киприан*[15,16]. Он не одобряет тягу Калиты к власти над всею Русью. Но *разгром Литвы татарами и москвичами*[17] даст московскому владыке шанс *крестить последних язычников Европы — упрямых ливов и пруссов*[18]. Такую войну можно назвать крестовым походом: разве православные витязи хуже рыцарей-католиков?

Дальновидный митрополит одобрил замысел князя. *После этого под знамя Москвы встали князья Рязани и Чернигова*[20], *Полоцка и Витебска*[19]. *Смоленск был взят легко и почти не разорён*[21,25]: Калита берёг своих будущих данников. *Минский князь бежал в Литву*[26] — вслед за отступающим Ольгердом, *который помирился с Орденом*[22] ради борьбы с Ордой. В тяжкой *битве на Ворскле*[23] татарские лучники расстреляли неповоротливых рыцарей: *немцев*[24], поляков и *мадьяр*[24]. *Ольгерд отступил ещё дальше и принял крещение от католиков*[22]; *поляки удержали Минск*[26], а мадьяры — Галич. Но Смоленск перешёл под власть Орды, под московское управление.

Князь *Михаил Тверской*[27] бежал во Псков; его *дочь*[28] Марию, попавшую в плен, Калита *тут же выдал замуж*[28] за своего сына Симеона. Так новорождённая Московская держава заявила претензии на западные земли Киевской Руси. В честь двойной победы над Смоленском и Тверью в Кремле появились два новых храма: *Архангельский*[29] (ибо Смоленск был взят в Михайлов день) и *Спаса на Бору*[30] (туда москвичи перенесли иконостас из Спасского собора Твери).

Только смерть доброго царя Джанибека остановила цепь успехов Калиты: в Орде началась усобица[31]. Но и тут хитрый московит не прогадал: *подружившись в походе с царевичем Касимом, он предоставил его дружине убежище в Московской земле*[32]. *Так в Москве появились служилые татары*[31] — *основа конницы*[11], одолевавшей в последующие века новгородцев и литовцев, немцев и шведов с неизменным монгольским кличем «ура!». *Москва сделалась как бы второй столицей Орды*[33]. *Сто лет спустя она вышла на первое место — когда князь Василий Иванович перенял царский титул у побеждённого хана Ахмета*[34].

Список ошибок к тексту «Иван Калита».

1. Совместный поход ордынцев и москвичей на Смоленск происходил в 1339 году — при хане Узбеке (отце Джанибека). При этом удар вглубь Литвы не входил в намерения Узбека.

2. Хан Джанибек начал править в Золотой Орде в 1342 году — после смерти Узбека и Ивана Калиты.

3. Во время княжения Калиты и ханства Узбека в Орде правил не Ольгерд, а его отец Гедимин.

4. Сговор между Ольгердом Литовским и Михаилом 2 Тверским начался после смерти хана Джанибека — в эпоху «Великой замятни» в Орде (1357–70 годы)
5. Отчество Калиты — Данилович, а не Дмитриевич.
6. Каменный Кремль в Москве появился в 1367 году — после ухудшения отношений с Литвой и много позже смерти Ивана Калиты. При Калите Кремль имел дубовые стены.
7. Князей по имени Николай в 13–15 веках на Руси не было. Это имя считалось простонародным.
8. Старший брат Ивана Калиты — княжич Александр — умер от чумы, не побывав на московском престоле. Перед Иваном в Москве правил его старший брат Юрий.
9. Москвичи отняли Коломну не у смоленского, а у рязанского князя. Это произошло в 1302 году — при отце Калиты, князе Даниеле.
10. У смоленского князя Даниил Московский (вернее, его сын Юрий) отвоевал не Коломну, а Можайск.
11. Хорошая боевая конница появилась в Москве около 1300 года — с прибытием из Чернигова дружины боярина Родиона Несторовича. После этого стал возможен захват Коломны и Можайска.
12. Сестра Михаила 2 Тверского Ульяна стала женой Ольгерда в начале 1350-х годов, при хане Джанибеке и князе Симеоне Московском.
13. Хан Узбек **не** разрешил Калите собирать дань с Твери даже после её разгрома в 1327 году. Хан не хотел чрезмерного усиления любого из подвластных ему городов. Так же действовал позднее хан Джанибек.
14. Митрополит Пётр был родом не из Москвы, а из Галича Волынского; он умер на втором году княжения Калиты и не способствовал экспансии Москвы.
15. Во время Смоленского похода главою русской церкви был митрополит Феогност (грек) — сдержанный сторонник Калиты.
16. Киприан Цамвлак стал митрополитом Руси в конце правления Дмитрия Донского (1389 год). Он был родом не грек, а болгарин. (он действительно во многих источниках называется греком — в связи с тем, что был навязан Руси Константинополем).
17. В течение всего 14 века Литва была в военном деле сильнее Москвы и немногим уступала Орде. О разгроме Литвы Калита не мог и мечтать.
18. Прибалтийские племена — ливы и пруссы — были насильно крещены завоевателями-католиками ещё в 13 веке. Литовцы оставались язычниками весь 14 век — до Кревской унии с Польшей (1385).
19. Полоцк и Витебск в эпоху Ивана Калиты были подвластны Литве: из этих городов происходили жёны князей Гедимина и Ольгерда.

20. Рязань в 14 веке была великим княжеством, независимым от Москвы (но также платила дань Орде). Чернигов при Ольгерде попал под контроль Литвы.

21. Смоленск не был взят ордынско-московской ратью в 1339 году; смоляне откупились данью, но были вынуждены порвать свой договор с Литвой. До Минска ордынцы и москвичи тогда не дошли.

22. Ольгерд не заключал мир с Ливонским Орденом, потому что крестоносцы не признавали князя-язычника равноправным партнёром. Ольгерд же до конца жизни не хотел принимать крещение ни от католиков, ни от православных.

23. Битва Литвы с Ордой на Ворскле происходила в 1399 году — намного позже смерти не только Калиты, но даже Ольгерда и Дмитрия Донского. Из упоминаемых в тексте людей до Ворсклы дожили только митрополит Киприан, князья Михаил 2 Тверской и Олег Рязанский; все они были уже стариками.

24. На Ворскле против Орды сражались татары, литовцы, русские и немного поляков. Немцы и венгры не участвовали в этой битве.

25. Смоленск оставался под контролем Орды до смерти Джанибека — а с началом усобиц в Орде перешёл под власть Литвы, чтобы платить меньшую дань. Москвичи не властвовали над Смоленском до начала 16 века.

26. Минск (вместе с Полоцком) в 14 веке был подвластен Литве, а не Польше.

27. В конце правления Калиты в Твери правил не Михаил 2, а его отец — Александр (сын Михаила 1 Святого). После гибели Александра (1339) Тверью стал править его младший брат — Константин.

28. Мария Тверская была не дочерью, а старшей сестрой Михаила 2 Тверского. Она стала женою Симеона Московского, когда тот уже был князем — много позже смерти Ивана Калиты.

29. Архангельский собор в Кремле назван, видимо, в 13 веке — в честь небесного патрона одного из первых князей Москвы: Михаила Хоробрита (годы княжения 1246–1248), брата Александра Невского.

30. Храм Спаса на Бору в Кремле был построен Калитой в 1330 году — вскоре после победы над Тверью (1327 год). Возможно, что туда Калита поместил привезённый из Твери колокол и некоторые тверские иконы.

31. Усобица в Орде началась через 17 лет после смерти Ивана Калиты. Но служилые татары в Москве появились намного раньше — видимо, ещё при князе Юрии, после того, как хан Узбек устроил в Орде переворот и насильно обратил большинство ордынцев в ислам (1312 год). Многие татары-христиане тогда бежали на Русь.

32. Царевич Касим (сын хана Улу-Мухаммеда) пришёл на московскую службу в 1446 году — к князю Василию 2 Тёмному. Он тогда крестился и получил в управление Городец Касимов на Волге.

33. Москва никогда не играла роли одной из столиц Орды — хотя многие московские князья мечтали об этом.

34. Царский титул впервые появился в Москве в конце 15 века. Тогда Иван 3 (победитель хана Ахмета) короновал царём своего внука — Дмитрия Ивановича, который так и не стал государем. Дядя княжича Дмитрия — Василий 3 Иванович — приняв власть, не называл себя царём, пока Дмитрий не умер в заключении. Даже после этого Василий 3 избегал официальной коронации, оставив это дело своему сыну — Ивану 4 Грозному.

14. *Найдите исторические ошибки в тексте.*

Юбилей Фарадея (текст с ошибками)

Первый международный физический конгресс открылся в Лондоне 22 сентября 1869 года[3] *— в день 70-летия*[1] *лорда*[2] Майкла Фарадея. *Лысый*[4], но бодрый юбиляр, *сохранив общеизвестную живость ума*[5], принимал поздравления от коллег и ровесников из всей Европы: от Мадрида и Стокгольма до Казани и Петербурга. Только престарелый *Лобачевский*[6] не смог приехать в Лондон. От его имени приветствие зачитал Дмитрий Менделеев — лидер русских химиков, *недавно составивший первую таблицу элементов*[7] и *угадавший существование новых щелочных металлов*[8]. В таблицу Менделеева ещё мало кто верит, но Фарадей убеждён в проницательности юного коллеги: ведь *он расшифровал структуру бензола*[9], нечаянно полученного Фарадеем в его молодые годы!

Из Италии прибыл *Эванджелиста Торричелли*[10] *— герой, превративший неевклидову геометрию из еретического мифа в бесспорную истину*[11]. Германию представляет *Роберт Фридхоф — открыватель многих новых элементов путём спектрального анализа*[12]. Жаль, что неутомимый *Гарольд*[13] Юнг, первым измеривший длину световых волн, не дожил до этого триумфа! Ведь именно лекции *Юнга*[14] увлекли юного *сапожника*[15] Фарадея на тернистый путь научного поиска, увенчанный изобилием открытий и почестей. *Фарадей первый понял, что волны света должны быть поперечными*[17]: иначе их скорость в стекле будет больше, чем в вакууме! Позднее блестящий *испанец Араго*[17] подтвердил эту догадку *расчётом, непосильным для бывшего сапожника Фарадея*[16]. . .

Зато теперь ученики Фарадея превзошли дерзких уроженцев Кастилии и Лангедока. Упорный шотландец *Максвелл*[18] только что доказал хитрым расчётом реальность силовых линий магнитного поля, давно угаданных Фарадеем. *Оказалось, что*[19] эти линии суть траектории фотонов — минимальных частиц света, передающих взаимодействие между заряженными телами! Кто бы мог вообразить столь простую модель света и электричества в героические 1820-е годы — когда Фарадей и его вечный соперник Дэви изобретали *телеграф*[21] и *электродвигатель, постигали законы электролиза*[20]! А *нынче далёкий друг Морзе прислал поздравление из США по межконтинентальному телеграфу*[22]. Великое чудо — научный прогресс!

Но тем больше ответственность учёных за применение их открытий ко благу людей. Недавние войны в Европе и в Северной Америке — грозные предостережения на сей счет. Хитроумные американцы построили *первые подводные лодки, первые броненосные пароходы*[23]: ход войны они не ускорили, но число убитых людей намного возросло. *Недавно американец Максим изобрёл пулемёт*[24] — страшное оружие, которое наверняка положит конец массовым атакам пехоты в открытом поле. Европейские военачальники сразу ухватились за грозную новинку — и вот уже *австрийская армия расстреляна прусскими пулемётчиками в битве при Павии*[26], а *Пруссия сделалась империей*[25]. Теперь Бисмарк хочет вернуть Эльзас и *Ломбардию*[27]; значит, неизбежна новая война между немцами и французами...

Как учёные люди двух цивилизованных стран терпят такое безумие своих политиков? Вот он, Фарадей — отказался же разрабатывать отравляющие газы для того, чтобы английские солдаты побыстрее захватили Севастополь![28] Лорды Адмиралтейства признали правоту учёнейшего из англичан[28]; так нужно действовать и впредь. Оттого лорд Фарадей выбрал для своей речи на конгрессе необычную тему: «Прогресс наук и мир во всём мире». Нужно пробудить совесть и гордость коллег — особенно младших, ещё не ощутивших свою ответственность за судьбу европейской цивилизации! И не только европейской: ведь нам подражают просвещённые монархи *Персии*[29], Японии, *Китая*[29]...

Участники конгресса выслушали речь Фарадея с величайшим вниманием. *Сразу же был создан Комитет Сторонников Мира*[30] — всемирная организация учёных, писателей и иных властителей дум просвещённых народов. Но предотвратить Франко-Прусскую войну новым миротворцам не удалось. Тогда разочарованный *Фарадей произнёс знаменитую фразу*[31]: «Очевидно, наука Политика ещё сложнее, чем наука Физика! Мы должны изучить её столь же основательно, чтобы влиять на судьбу человечества, уравновешивая эгоизм военных, политиков и прочих невежд!».

Список ошибок к тексту «Юбилей Фарадея».

1. Майкл Фарадей родился в 1791 году и умер в 1867 году — раньше даты, указанной в тексте.
2. Фарадей всю жизнь избегал любых почётных званий; он отказался принять дворянство и даже в Королевское Общество был избран заочно.
3. Международные физические конгрессы стали собираться только в начале 20 века — по инициативе промышленника Сольвея.
4. До конца жизни Фарадей сохранил пышную шевелюру.
5. Фарадей никогда не отличался живостью ума: он обо всём рассуждал не спеша и не торопился в опытах, но почти не делал ошибок.
6. Лобачевский (1792–1856) не был знаком с Фарадеем.
7. Менделеев составил первый вариант своей таблицы элементов в 1869 году — после смерти Фарадея. Ему было тогда 35 лет.

8. Щёлочные металлы были впервые выделены из солей Дэви в начале 19 века. Менделеев предсказал в 1871 году существование других элементов: германия, галлия и скандия.
9. Фарадей действительно получил бензол из природного газа в 1823 году — но не заметил его интересных химических свойств и не стал выяснять структуру его молекулы. Её угадал не Менделеев, а Кекуле в 1870-е годы.
10. Торричелли жил в 17 веке: он был учеником Галилея и занимался экспериментальной физикой, а не аксиомами геометрии.
11. Обосновать неевклидову геометрию Лобачевского наглядным примером («псевдосферой») сумел не Торричелли, а другой итальянец: Эудженио Бельтрами, в 1863 году.
12. Спектральный анализ в химию и физику ввёл Роберт Кирххоф — а не Фридхоф.
13. Имя физика Юнга, измерившего длину световых волн, было Томас, а не Гарольд.
14. Фарадей увлёкся физикой, слушая лекции Дэви, а не Юнга.
15. Фарадей в юности был учеником переплётчика, а не сапожника.
16. Фарадей действительно не доверял в физике рассуждениям, основанным на расчётах. Он верил только хорошо продуманному и аккуратно поставленному эксперименту.
17. Что световые волны — поперечные (а не продольные, как волны звука), первым угадал Юнг. Это окончательно доказал Френель — друг Араго. Оба они — французы.
18. Работа Максвелла над теорией электромагнетизма началась в 1860-е годы, при жизни Фарадея. Но теоретик Максвелл не был учеником экспериментатора Фарадея, и тот не смог бы понять его математические рассуждения.
19. О том, что силовые линии электрического или магнитного поля суть траектории виртуальных фотонов, догадался только Эйнштейн — в начале 20 века, в начальную пору квантовой физики.
20. Фарадей открыл законы электролиза и построил электродвигатель в 1830-е годы. Дэви тогда уже не было в живых.
21. Телеграф изобрели в конце 1830-х годов Генри и Морзе, без участия Фарадея.
22. Телеграфный кабель через Атлантику был проложен в 1880-е годы — после смерти Фарадея и Морзе.
23. Первые броненосцы-пароходы появились в США во время войны между Югом и Севером (1861). Но первые удачные подводные лодки появились гораздо позже — вслед за двигателем внутреннего сгорания.
24. Удачный пулемёт Максима появился в Англии в 1880-е годы. Первый вариант пулемёта изобрёл в 1863 году американец Гатлинг.

25. Королевство Пруссия превратилось в Германскую империю в 1871 году — после победы над Францией.
26. Австрийская армия была разгромлена пруссаками при Садове в 1863 году — без пулемётов, благодаря превосходству в артиллерии.
27. Франко-прусская война 1870 года началась ради отвоевания Эльзаса и Лотарингии, а не Ломбардии.
28. Фарадей действительно отказался в 1854 году разрабатывать отравляющие газы для английской армии во время Крымской войны — и английское правительство похоронило этот опасный проект.
29. В конце 1860-х годов «просвещённым монархом» в Азии европейцы могли считать только японского императора Муцухито — автора реформ Мэйдзи. В Китае тогда шла гражданская война тайпинов, а Персия впала в стагнацию.
30. Первые комитеты сторонников мира из числа учёных возникли в Европе только после Первой мировой войны — в 20 веке. Массовое развитие это «Пагуошское движение» обрело после Второй мировой войны.
31. Фраза насчёт науки Политики и науки Физики принадлежит Эйнштейну, а не Фарадею. Она была произнесена незадолго до Второй мировой войны — а популярность обрела лишь после неё.

Общие итоги конкурса по истории таковы. В нём приняли участие 587 человек (Москва); 14 (все места проведения) удостоены особых премий, 70 (из них 51 — Москва) — похвальных отзывов, еще 116 (Москва) человек написали неплохие работы («Эпсилон»). В негласном командном состязании школ первое место разделили 3 команды: москвичи из школ 57 и 218, питеряне из Академической гимназии при СПБГУ (точнее — из её **старших** *общеобразовательных* классов). На уровне **младших** классов весьма удачно выступили Классическая гимназия Санкт-Петербурга (№ 610) и московская «Лига школ» (№ 1199).

В «личном многоборье» вне конкуренции был москвич Максим Корольков, чье образование протекало в 1543, 57 и 1514 школах. Следующие 6 мест поделили работы примерно равного качества: Михаила Вогмана и Данилы Кузнецова из школы 57, Власа Рязанова и Юрия Соловьёва из школы 218, москвича Вадима Кондрышева из школы 887 и питерского гимназиста Сергея Сынтульского. Увы — среди 14 лауреатов премий оказался лишь один достаточно «молодой» ученик 9 класса — Виталий Редькин из школы 1624 и 4 ученика 10 классов разных школ. Поэтому угадать лауреатов следующего турнира 2001 года сейчас не представляется возможным.

Самая популярная задача (№ 10 — о кризисах) оказалась самой коварной. Ни один школьник не дал строгого и конструктивного определения кризисов разного рода — хотя многие подобрали удачный зоопарк примеров, а один участник (Михаил Копьев из 72 школы) рассмотрел даже кризисы в развитии науки. Все же эта задача отделила многие работы, отмеченные научной грамотностью или инициативой, от продуктов графомании.

Второе место заняла задача о римских папах. Большинство школьников отметили заслуги нынешнего папы Иоанна Павла 2, вспомнив его необычную биографию и успехи в примирении межконфессиональных конфликтов. Среди других популярных пап оказались организаторы крестовых походов (Григорий 7, Урбан 2, Иннокентий 3), а также лидеры Контрреформации: Лев 10, Климент 7, Иннокентий 8. Первый из них удостоился также похвалы за меценатство, а Григорий 13 — за введение нового календаря. Интересно, что многие вспомнили Пия 7 — бесцветного участника коронации Наполеона, но лишь двое школьников назвали Льва 3 — организатора коронации Карла Великого. Из отрицательных героев не был забыт Александр 6 Борджиа, из сомнительных лиц — папесса Иоанна.

Третье место заняла задача 11: диалоги с известными историками об их творчестве и о нашей эпохе. Впечатляет скорее **широта** спектра упомянутых персон, чем содержательность диалогов. Перечислим в порядке убывания популярности: Карамзин, Геродот, Ключевский, Нестор, С. М. и В. С. Соловьевы, Ломоносов, Тацит, Плутарх. Среди редких имен: Вернадский, Гумилев, Гиббон, Тойнби, Гизо, Тит Ливий, Макиавелли, Гоббс. Двое участников турнира пожелали оспорить учение А. Т. Фоменко.

Невезучей оказалась задача 8 (знаменитые книги). С лёгкостью была опознана только «Божественная комедия» Данте. Многие школьники опознали «Principia Mathematica», как **начало** заглавия книги Ньютона — но лишь один человек вспомнил книгу Уайтхеда и Рассела по основаниям математики. Многие участники опознали богословские книги Фомы Аквинского и Августина Блаженного; но многие приписали Гутенбергу авторство немецкого текста Библии. Немногие проявили знакомство с книгами Тойнби, Лукреция Кара и с переводом Библии Лютера. Зато многие приписали Лютеру авторство «Суммы Теологии», а обе китайские книги были дружно приписаны Конфуцию. Так же единодушно книга Евклида «Элементы» была приписана Менделееву. Книгу Гоббса «Левиафан» некоторые восприняли, как английский вариант биографии художника Левитана.

Наилучшие решения этой задачи (6 верно угаданных книг) дали Михаил Вогман (57 школа, Москва) и Алексей Морачевский (гимназия 610, Санкт-Петербург).

Мало удачной оказалась задача 5 — с экзотическими именами и прозвищами правителей. Очень многие опознали Всеволода Большое Гнездо — но при этом назвали его царем или московским (либо киевским) князем, не указав даже примерное время его правления. Львом Справедливости многие назвали Ричарда Львиное Сердце — хотя этому вояке некогда было заняться правосудием в Англии, где он провел меньше года из своего недолгого правления. Бородачом многие считают Барбароссу: этот вариант жюри признало верным, ввиду меньшего знакомства школьников с византийскими императорами. Многие опознали индейское происхождение Обсидианового Змея и Пикирующего Орла; но немногие вспомнили, что камень обсидиан распространен в Мексике (у ацтеков) — и никто не смог назвать имя иного вождя ацтеков, кроме Монтесумы.

Очень сложной оказалась задача 6 — об исламских общностях людей. Самые осторожные школьники начинали её решение с группировки названий по

классам: имена династий, племен или религиозных течений. Лишь после такого разделения можно успешно нарисовать граф включения разных понятий.

Немногим по плечу пришлась задача о героях Плутарха и их аналогах в иные времена. Даже ученики гуманитарных гимназий затруднялись назвать иных героев Плутарха, кроме Александра и Цезаря; вместо этого школьники «продолжали» труд Плутарха, более или менее удачно группируя в **новые** пары разных героев позднейших времен — вплоть до Ивана Грозного и Иосифа Сталина.

Наилучшее решение этой задачи дал Максим Корольков (школа 1514). Среди его находок — сравнение Александра Невского и Велизария с Агесилаем и Помпеем, Милюкова — с Демосфеном и Цицероном, а Хлодвига, Константина 1 и Петра 1 — с Ромулом и Тесеем.

В задаче № 2 «Гражданин царь и гражданин бог» трудно оказалось поверить в существование удачного решения; ещё трудней было найти **простое** решение задачи. Очень многие участники турнира пытались привязать эти обращения к отрекшимся монархам в эпоху революции (Английской, Французской или Русской) — либо, напротив, спуститься в Древний Египет или Двуречье (где не было в ходу понятие «гражданин»).

Только Виталий Редькин из 1624 школы заметил, что каждый римский триумфатор играл в этот день роль Юпитера — а Юлия Вольфман из 57 школы вспомнила, что цари Спарты были в ней обычными гражданами.

Подавляющее большинство участников ошиблись в диагнозе **эпохи**, когда жил Фибоначчи. Верно угадав, что это была некая «эпоха Возрождения», школьники не заметили такого периода в середине Высокого Средневековья — во времена Фридриха 2 Штауфена. Соответственно, партнеров Фибоначчи безуспешно искали среди Микельанджело, Рафаэля и Леонардо да Винчи. Избежать этого заблуждения сумел Вадим Ростовцев из 218 школы.

Неожиданно непонятной оказалась формулировка задачи 3 о титулах «министров иностранных дел». Вместо того, чтобы перечислить **названия** этой должности в разных государствах (нарком, дьяк, секретарь), многие школьники называли **дополнительные** титулы персон, занимавших этот пост: граф, князь и т. д.

Самые массовые заблуждения проявились в задаче 12: об огне, пришедшем не от Солнца. Многие ученики младших классов упорно приписывали эти слова Прометею; старшеклассники предпочитали Эдисона с электролампочкой. Жюри признало верными три варианта решений, связанные с ядерной энергией: имена Ферми, Оппенгеймера и Курчатова. Всего таких ответов набралось менее десятка; среди лучших — Юлия Репкина из 198 школы.

К сожалению, верно назвать более двух ученых — знакомых Наполеона Бонапарта — не сумел ни один участник турнира. Самым популярным оказался Шампольон — хотя он виделся с Наполеоном всего один раз, в юности, во время «Ста дней» (и конечно, не мог участвовать в египетской экспедиции генерала Бонапарта). Немногие назвали Лапласа, Фурье или Бертолле; Кювье, Карно, Лагранжа и Монжа не вспомнил никто.

В поиске **ошибок** в тексте «Фарадей» наилучшего результата добился Влас Рязанов из школы № 218 и Александр Алексеев из 1603 школы: они верно нашли 15 ошибок. Массовые заблуждения участников турнира выявились по

следующим темам: деятельность Лобачевского относили в конец 19 века (когда уже работал Гильберт); путали изобретение телеграфа и радиотелеграфа (Морзе, Генри — и Попов, Маркони); физика Томаса Юнга (19 век) путали с психологом Карлом Юнгом (20 век); никто не поверил, что **физик** Фарадей мог сделать открытие (бензола) в органической химии, или что военные лидеры Англии намеревались применить отравляющие газы в Крымской войне; большинство школьников не в силах поверить, что человек по фамилии Максим — не русский; наконец, даже сильнейшие из юных физиков не слыхали о том, что притяжение либо отталкивание электрически заряженных тел вызвано перелетами виртуальных фотонов между ними. Видимо, эта модель (предложенная Эйнштейном) не нашла еще пути в школьный курс великой науки — наравне с фразой того же Эйнштейна о сравнительной сложности Физики и Политики. Такова ментальность современных натурфилософов!

Наибольшее число ошибок в тексте «Калита» (21) обнаружил Юрий Соловьев из 218 школы. В этом случае массовые заблуждения участников турнира таковы: **никто** не начал решать задачу с установления приблизительного **срока** описываемых событий (1330–1340 годы); немногие знакомы с именами ханов Джанибека и Узбека, и почти никто не помнит сроки их правления; князя Ольгерда многие считают католиком и даже крестоносцем (хотя он был язычник и лютый враг крестоносцев); большинство школьников не в силах вообразить, что **дурные** отношения между подчиненной Русью и повелевающей Ордой **не** исключают похода москвичей на Смоленск по **приказу** хана; немногие сообразили, что Коломна, расположенная к **востоку** от Москвы, не могла принадлежать **западному** Смоленску (у которого москвичи отняли Можайск); многие не поверили, что на митрополичьем столе Руси мог сидеть грек — а другие, напротив, не ожидали русского на этом месте.

КОНКУРС ПО ЛИНГВИСТИКЕ

Задачи по лингвистике и их решения подготовлены оргкомитетом Традиционной Олимпиады по лингвистике и математике, организуемой совместно отделением теоретической и прикладной лингвистики МГУ и факультетом теоретической и прикладной лингвистики РГГУ.

Задачи

1. (автор М. Л. Рубинштейн).
Даны слова и словосочетания на испанском языке и их переводы на русский язык в перепутанном порядке:

comprender una pregunta, verme, buscarte, dibujar a una mendiga, oir una pregunta, visitar un cuartel, ver a un chiquillo, buscar a un hombre, oirme, visitarte, limpiar una alfombra, encontrarme, tomar un taxi;

искать человека, рисовать нищенку, слышать вопрос, посетить казарму, посетить тебя, видеть мальчика, встретить меня, чистить ковёр, слышать меня, взять такси, видеть меня, искать тебя, понять вопрос.

А. Установите правильные переводы.

Б. Переведите на испанский язык:

посетить друга (друг — un amigo*), искать такси, понять меня, слышать Клару, встретить поезд (поезд* — un tren*), слышать известие (известие* — una noticia*).*

2. (автор Е. В. Муравенко)
В сербскохорватском языке ударение бывает четырёх типов — два типа с восходящим движением тона (знаки ` и ´) и два типа с нисходящим движением тона (знаки ̏ и ̑). Ниже приведены некоторые сербскохорватские и соответствующие им русские слова:

бра́да — *борода*	вла́кно — *волокно*
бра̑в — *боров*	вретѐно — *веретено*
зла̑то — *золото*	беспо̀вратно — *бесповоротно*
бла̑то — *болото*	мухо̀ловка — *мухоловка*
вра̑на — *ворона*	седо̀бради — *седобородый*
мра̑з — *мороз*	во̀да — *вода*
гра̑д — *город*	

Запишите сербскохорватские слова, соответствующие русским:
голова, колода, беседа, горох, терем, ворон, голорукий, золоторогий, безголовый, сестра.
Не забудьте проставить ударение!

3. (автор М. Е. Алексеев)
Даны слова на адыгейском[1] языке с переводами на русский язык:

шъуыкъэзгъэкIуагъ	—	*я заставил вас прийти*
сыкъэбгъэкIуагъ	—	*ты заставил меня прийти*
шъуыкъэдгъэкIуагъ	—	*мы заставили вас прийти*

А. Переведите на русский язык:
сыкъэжъугъэкIуагъ.

Б. Переведите на адыгейский язык:
ты заставил нас прийти, *вы заставили нас прийти*.

Примечание. Звук, обозначаемый сочетанием **шъ**, наиболее близок к русскому *ш* в слове *шум*, **жъ** близко к *ж* в слове *жук*, **гъ** — *хг* в слове *бухгалтер*, **кI** — *к* в слове *кит*, **къ** — особый согласный звук адыгейского языка.

Решения задач конкурса по лингвистике

[1] Адыгейский язык — один из языков абхазо-адыгской группы, на котором говорит более 100 тыс. человек, проживающих в основном в Республике Адыгея (РФ).

1. В испанском материале есть семь словосочетаний и пять слов, среди русских словосочетаний — семь таких, в которых дополнение выражено существительным, и пять таких, в которых оно выражено местоимением. Следовательно, местоименное дополнение в испанском выражается слитно с глаголом и идёт, как можно заметить, после глагола. (Вообще, глагол всегда предшествует дополнению.) В русских словосочетаниях два раза встречается местоименное дополнение *тебя*, три раза — *меня*, а в испанских словах — два раза показатель -te и три раза — -me. Итак, -te — 'тебя', -me — 'меня'.

Среди словосочетаний с дополнениями-существительными в испанском встречаются три, в которых к существительному добавлено слово «a»; остальные не имеют этого «a». В русском им соответствуют словосочетания, в которых дополнение выражено одушевлённым существительным. (Следует заметить, что всякое испанское существительное оформляется словечками «un» или «una», никак не распределёнными; впрочем, про них ничего и не спрашивается, и их можно считать частью существительных.)

Этих наблюдений достаточно, чтобы выполнить задания.

А.	comprender una pregunta	—	*понять вопрос*
	verme	—	*видеть меня*
	buscarte	—	*искать тебя*
	dibujar a una mendiga	—	*рисовать нищенку*
	oir una pregunta	—	*слышать вопрос*
	visitar un cuartel	—	*посетить казарму*
	ver a un chiquillo	—	*видеть мальчика*
	buscar a un hombre	—	*искать человека*
	oirme	—	*слышать меня*
	limpiar una alfombra	—	*чистить ковёр*
	encontrarme	—	*встретить меня*
	tomar un taxi	—	*брать такси*
	visitarte	—	*посетить тебя*

Б.	*посетить друга*	—	visitar a un amigo
	искать такси	—	buscar un taxi
	понять меня	—	comprenderme
	слышать Клару	—	oir a Clara
	встретить поезд	—	encontrar un tren
	слышать известие	—	oir una noticia

2. Замечаем, что русским полногласным сочетаниям в корне *-ере-*, *-оро-*, *-оло-* соответствуют сербскохорватские неполногласные **-ре-**, **-ра-**, **-ла-**. От таких соответствий надо отличать случаи «ложного полногласия» типа мухоловка, когда сочетание -оло- возникает на стыке морфем. В этом случае в сербскохорватском языке мы видим такое же сочетание.

Русское окончание прилагательного *-ый* соответствует сербскохорватскому **-и**.

Приведённые сербскохорватские слова можно разбить на две группы:
(1) слова, в которых ударение падает на неполногласное сочетание;

(2) все остальные слова (такие, в которых ударение не падает на неполногласное сочетание, или такие, где вообще нет неполногласных сочетаний).

Тип ударения в словах первой группы связан с местом ударения в соответствующих русских словах. Это удобно представить в табличке (обозначим через ОРО и РА полногласные и неполногласные сочетания соответственно, С — согласные, V — гласные):

Русский	Сербскохорв.	Примеры
ÓРО	РА͡	*бóров* — бра͡в, *зóлото* — зла͡то, *гóрод* — гра͡д
ОРÓ	РА̏	*болóто* — бла̏то, *ворóна* — вра̏на, *морóз* — мра̏з
ОРОС$_1$(С$_2$)Ý	РÁС$_1$(С$_2$)V	*бородá* — брáда, *волокнó* — влáкно

В сербскохорватских словах второй группы ударение стоит на слог левее по сравнению с соответствующими русскими и имеет характер ` : мухòловка, вòда, вретѐно. В частности, если в русском слове ударение падает на второй слог полногласного сочетания и перед этим сочетанием есть ещё слоги, в соответствующем сербскохорватском слове ударение типа ` падает на слог перед неполногласным сочетанием: беспòвратно, седòбради.

Ответы:
глáва, кла̏да, бѐседа, гра̏х, тре͡м, вра͡н, голòруки, златòроги, бѐзглави, сѐстра.

3. Сравнивая друг с другом адыгейские слова, выделяем общую часть: **—ыкъэ—гъэкIуагъ**, которой соответствует значение «заставил прийти». На месте первого прочерка — показатель объекта (это ясно из сравнения первого и третьего слов: они одинаково начинаются на **шъу-**, а в русских переводах одинаковый объект — *вас*). Тогда, видимо, место второго прочерка занимает показатель субъекта.

Замечаем, что значение 1 лица ед. числа в роли объекта (на первом месте) передаётся показателем **с-**, а в роли субъекта (в середине слова) — показателем **-з-**, т. е. парным звонким согласным. Можно предположить, что эта парность не случайна. Действительно, показатель объекта всегда начинается с глухого согласного, а показатель субъекта представляет собой звонкий согласный. Занесём в таблицу полученные данные:

	объект	субъект
1 л. ед. числа	с- (*меня*)	-з- (*я*)
2 л. ед. числа		-б- (*ты*)
1 л. мн. числа		-д- (*мы*)
2 л. мн. числа	шъу- (*вас*)	

Пытаясь перевести на русский язык слово из задания **А**, мы находим в нём не встречавшийся в условии показатель субъекта — **-жъу**. Очевидно, это показатель 2 лица мн. числа, соответствующий **шъу-** в позиции объекта. Это

подтверждает наше предположение о глухих и звонких вариантах показателей. Для выполнения заданий дополним таблицу:

	объект	субъект
1 л. ед. числа	с- (*меня*)	-з- (*я*)
2 л. ед. числа		-б- (*ты*)
1 л. мн. числа	*т- (*нас*)	-д- (*мы*)
2 л. мн. числа	шъу- (*вас*)	*-жъу- (*вы*)

Теперь нетрудно написать ответы:

А. сыкъэжъугъэкIуагъ — *вы заставили меня прийти*

Б. *ты заставил нас прийти* — тыкъэбгъэкIуагъ
вы заставили нас прийти — тыкъэжъугъэкIуагъ

Л. Эйлер
МГУ им. М.В. Ломоносова
Р. Бойль
К.Ф. Вольф

1999

XXII ТУРНИР им. М. В. ЛОМОНОСОВА

26 сентября 1999 г.

ОТЧЕТ

Турнир им. М. В. Ломоносова — ежегодное многопредметное соревнование по математике, физике, астрономии и наукам о Земле, химии, биологии, истории, лингвистике. Цель Турнира — дать участникам материал для размышлений и подтолкнуть интересующихся к серьёзным занятиям. Турнир организован Международным оргкомитетом Турнира городов, Московским Центром непрерывного математического образования, вузами и школами Москвы, при поддержке МИПКРО (Московского института повышения квалификации работников образования).

22-й Турнир им. М. В. Ломоносова состоялся в воскресенье, 26 сентября 1999 года. В Москве в нём приняли участие 2637 школьников[1], из них 1209 были отмечены грамотами за успешное выступление на различных конкурсах. Всего московское жюри проверило 6248 письменных работ и прослушало устные ответы на конкурсе по математическим играм (регистрировались только положительные оценки, их количество — 221).

Турнир проводился в Московском государственном университете (605), Московском Авиационном институте (190), Российском государственном гуманитарном университете (189), Московском Центре непрерывного математического образования (77), московских гимназиях №1543 (77), 1567 (153), московских школах №444 (279), 520 (154), 602 (Зеленоград, 203), 1018 (Солнцево, 155), 905 (123), 1180 (СУНЦ МГТУ им. Баумана, 373), 1678 (50). В скобках указано количество участников в каждом месте; во всех этих местах задания и правила проведения были одинаковыми. Оргкомитет выражает благодарность сотрудникам и администрациям этих учебных заведений. Особенно хотелось бы отметить работу учащихся школы № 57 по компьютерному вводу регистрационных карточек участников и гимназии № 1543 на Юго-Западе по вводу оценок.

[1] Разумеется, это не точная цифра, в ней не учтены школьники, не зарегистрированные по различным причинам — например, забывшие указать имя и фамилию.

В этом году Ломоносовский турнир проводился вскоре после известных трагических событий в Москве (взрывов жилых домов в ночь с 8 на 9 сентября на ул. Гурьянова, 19 и 13 сентября на Каширском шоссе, 6 корп. 3) и других городах. В связи с этим первый (и, очень хочется надеяться, последний) раз в Москве школьная олимпиада проходила под усиленной охраной милиции. Оргкомитет выражает благодарность всем сотрудникам правоохранительных органов, обеспечивавшим безопасность школьников, а также начальнику ГУВД Москвы Николаю Куликову и префекту Центрального административного округа Александру Музыкантскому, без личного участия которых проведение Турнира было бы невозможным.

Турнир состоит из нескольких конкурсов. Все конкурсы по различным предметам проводятся одновременно в разных аудиториях. Школьники могут в любое время переходить из аудитории в аудиторию и принять участие в любом количестве конкурсов, победители определяются отдельно по каждому конкурсу. Один конкурс (математические игры) — устный, остальные — письменные.

Предполагаемый возраст участников — 7 класс и старше, включая 11. В Турнире могут принимать участие и более младшие школьники (некоторые из них получили грамоты за успешное выступление). Следует, однако, учесть, что специальных заданий для учащихся 6 классов и младше не предусматривается; учащимся этих классов имеет смысл приходить на Турнир, если они готовы решать задания 7 класса.

Формулировки вопросов мы специально старались сделать как можно более простыми и менее „отпугивающими“(особенно для школьников младших классов). Да и не так трудно, например, догадаться, что, говоря о мифической планете Тумания и проблемах её жителей, мы имеем ввиду абсолютно реальную Венеру и реальные эксперименты по её изучению (см стр. 1251). Сложнее оказалось „раскусить“ формулировку вопроса про увеличение массы Солнца (стр. 1253). Многие школьники ограничились только изменением параметров движения планет, не сообразив, что сведения о звездах из учебника астрономии (в частности, диаграмма „цвет-светимость“) явно имеют отношение к поставленному вопросу.

Совсем скоро наступит 2000 год. Многие люди (и, к сожалению, некоторые участники Турнира, как видно из их работ) вместе с ним будут встречать новое, 3-е тысячелетие. Конечно, ничего у них не получится и придётся подождать ещё целый год. Или чуть меньше. Чтобы развеять все сомнения по этому поводу, в качестве ответа на 11 вопрос мы привели подробную инструкцию — где, как и когда нужно встречать 3-е тысячелетие, а также историческую справку по этому вопросу. См. стр. 1260.

Разумеется, не забыты и любители других школьных наук. Так, юным математикам наверняка будет интересно узнать геометрический способ вычисления сумм $1+3+5+\ldots+(2n-1)$ (стр. 1224), а химикам — что сплав натрия и калия при комнатной температуре является жидкостью (стр. 1271). По истории и биологии приводятся не только формальные ответы, но и много дополнительной информации, которая позволяет глубоко разобраться в поставленных вопросах и является интересной и полезной для интересующихся школьников.

По тем же заданиям и в то же время, что и в Москве, Ломоносовский турнир

состоялся ещё в нескольких городах. Так, благодаря энтузиазму коллектива школы № 27 города Харькова (Украина) в Турнире смогли принять участие 384 школьника города и области. Местное жюри также самостоятельно проверило работы и подвело итоги. Большое им за это спасибо!

В интернете по адресу http://www.mccme.ru/olympiads/turlom опубликованы электронные материалы турниров этого года и предыдущих лет.

КОНКУРС ПО МАТЕМАТИКЕ

Задачи

На листках с этим заданием для участников конкурса было приведено разъяснение.

В скобках после номера задачи указаны классы, для которых рекомендуется задача. Решать задачи не своего класса разрешается.

1. (6, 7) Подряд без пробелов выписали все чётные числа от 12 до 34. Получилось число 121416182022242628303234. Делится ли оно на 24?

2. (6, 7, 8) На клетчатой бумаге нарисована фигура (см. рис.): в верхнем ряду — одна клеточка, во втором сверху — три клеточки, в следующем ряду — 5 клеточек, и т. д., всего рядов — n. Докажите, что общее число клеточек есть квадрат некоторого числа.

3. (8, 9) Из всякого ли выпуклого четырёхугольника можно вырезать параллелограмм, три вершины которого совпадают с тремя вершинами этого четырехугольника?

Пояснение. Параллелограмм — это четырехугольник, у которого противоположные стороны параллельны. Прямоугольник, квадрат и ромб — тоже параллелограммы.

4. (8, 9, 10, 11) Шестью одинаковыми параллелограммами площади 1 оклеили кубик с ребром 1. Можно ли утверждать, что все параллелограммы — квадраты? Можно ли утверждать, что все они — прямоугольники?

Смотрите пояснение к задаче 3.

5. (10, 11) Треугольник ABC вписан в окружность. Точка D — середина дуги AC, точки K и L выбраны на сторонах AB и CB соответственно так, что KL параллельна AC. Пусть K' и L' — точки пересечения прямых DK и DL соответственно с окружностью. Докажите, что вокруг четырёхугольника $KLL'K'$ можно описать окружность.

6. (9, 10, 11) Таблица имеет форму квадрата со стороной длины n. В первой строчке таблицы стоит одно число — 1. Во второй — два числа — две двойки, в третьей — три четвёрки, и так далее:

$$
\begin{array}{ccccccc}
 & & & 1 & & & \\
 & & 2 & & 2 & & \\
 & 4 & & 4 & & 4 & \\
8 & & 8 & & 8 & & 8 \\
 & 16 & & 16 & & 16 & \\
 & & 32 & & 32 & & \\
 & & & 64 & & &
\end{array}
$$

(здесь нарисован квадрат 4×4, но решить задачу нужно не только для этого частного случая, а желательно для любого натурального n). В каждой следующей строчке стоит следующая степень двойки. Длина строчек сначала растет, а затем убывает так, чтобы получился квадрат. Докажите, что сумма всех чисел таблицы есть квадрат некоторого целого числа.

Решения задач конкурса по математике

1. Данное число не делится на 4, поскольку число, составленное из двух его последних цифр — 34 — не делится на 4. А, значит, указанное в условии число не делится и на 24.

Замечание. Делимостью на 3 воспользоваться не удастся, так как данное число делится на 3.

2. Решение. На рисунке показано, как фигуру, данную в условии задачи, разрезать на две части (квадраты в одной из частей перечёркнуты) и из этих частей сложить квадрат. Количество клеточек в квадрате, нарисованном на клетчатой бумаге, очевидно, равно квадрату количества клеток, расположенных вдоль его стороны.

Таким образом, мы не только показали, что количество клеточек равно квадрату некоторого числа (что требовалось в условии задачи), но и нашли это число (n), то есть показали, что $1 + 3 + 5 + 7 + \cdots + (2n - 1) = n^2$ $(n > 0)$.

3. Ответ: да, из всякого. Рассмотрим произвольный четырёхугольник $ABCD$. Т. к. $\angle A+\angle B+\angle C+\angle D = 360^\circ$, то либо $\angle A+\angle B \geqslant 180^\circ$, либо $\angle C+\angle D \geqslant 180^\circ$. Аналогично, либо $\angle B + \angle C \geqslant 180^\circ$, либо $\angle D + \angle A \geqslant 180^\circ$. Пусть, без ограничения общности, $\angle A + \angle B \geqslant 180^\circ$ и $\angle B + \angle C \geqslant 180^\circ$. Тогда рассмотрим параллелограмм с вершинами A, B, C и сторонами AB и BC. Пусть E — его четвёртая вершина. Тогда $\angle ABC + \angle BCE = 180^\circ \leqslant$
$\leqslant \angle ABC + \angle BCD$. Аналогично, $\angle ABC + \angle BAE = 180^\circ \leqslant \angle ABC + \angle BAD$. Отсюда следует, что отрезки CE и EA лежат внутри или на сторонах четырёхугольника $ABCD$.

4. Примеры развёрток таких кубиков показаны на рисунке.

Жирными линиями показаны границы параллелограммов, пунктиром обозначены рёбра кубика.

5. Рассмотрим касательную NM в точке D (рисунок 4). Имеем $\angle K'KL = \angle KDM$, $\angle K'L'D = \angle K'DN$. Отсюда $\angle K'KL + \angle K'L'L = 180°$, а это и означает, что вокруг четырёхугольника $KK'L'L$ можно описать окружность.

6. Решение:

$$(1+2+4+\dots+2^n)+(2+4+\dots+2^{n+1})+\dots+(2^n+2^{n+1}+\dots+2^{2n}) =$$
$$= (1+2+\dots+2^n)+2(1+2+\dots+2^n)+\dots+2^n(1+2+\dots+2^n) =$$
$$= (1+2+\dots+2^n)(1+2+\dots+2^n) =$$
$$= (1+2+\dots+2^n)^2.$$

КОНКУРС ПО МАТЕМАТИЧЕСКИМ ИГРАМ

— это самый необычный конкурс на Турнире, содержание которого не в полной мере определяется названием и условиями задач. Чтобы Вы могли лучше понять, что же это такое, здесь приведена

Инструкция проводящему математические игры

Математические игры проводятся для школьников 7–9 (и младше) классов. Основная цель — заинтересовать школьников математикой, пригласить их на математические кружки.

Спортивная сторона — на втором месте.

За 5 часов, отведенных на Турнир, Вы должны провести несколько (3–4) сеансов математических игр (каждый сеанс по часу–полтора). После заполнения Вашей аудитории прекращайте пускать новых детей и вешайте на дверь объявление о начале следующего сеанса.

Каждый сеанс проходит так. Сначала Вы предлагаете школьникам одну из игр. Нужно, чтобы они поиграли в неё между собой, с Вами. Цель состоит в том, чтобы объяснить школьникам, что такое выигрышная стратегия; на примерах показать, как можно доказывать, что один из игроков всегда сможет выиграть при любой игре другого. При этом Вы можете подсказывать школьникам, играть в поддавки. Если школьник уверенно предлагает чёткую, но неверную стратегию, Вы можете поспорить с ним, что проиграете ему, пользуясь его (якобы выигрышной) стратегией (и осуществить это)[1]. В общем, игры — это творческий процесс.

Затем (сыграв со школьниками в одну–две игры) выдайте им задачу для самостоятельного решения. Они должны поиграть в эту игру друг с другом, или сами с собой, а затем каждый должен самостоятельно написать на листке бумаги, кто из игроков имеет выигрышную стратегию, какую, и почему эта стратегия выигрышная.

Собрав у школьников листки, отпустите их и готовьтесь к следующему сеансу.

В качестве результата Вы должны предоставить в оргкомитет список фамилий лучших школьников (с указанием имени, класса, школы и номера карточки) и указать выставленную оценку. Оценки бывают двух типов:

„v“ — ставится школьникам, успешно справившимся с задачей. Такие школьники получат диплом за победу в математических играх;

„e“ — ставится школьникам, неплохо показавшим себя, но недостаточно хорошо, чтобы считаться победителем матигр. Такие школьники, получив еще одну оценку „e“ по какому-нибудь другому предмету, будут награждены дипломами за победу в многоборье.

Вы можете оценивать не только письменные решения, но и работу школьника во время сеанса.

Ниже приводятся варианты некоторых игр (в основном, на идею симметричной стратегии и передачи хода).

Вовсе не обязательно ограничиваться приведённым ниже списком. Вы можете предлагать свои игры (на делимость, метод выигрышных позиций и т. д. и т. п.), важно лишь, чтобы задачи не были слишком сложны. Среди игр, выдаваемых для письменного решения, старайтесь избегать игр, хорошо известных школьникам (а в качестве примеров годятся и всем известные игры). Впрочем, это не очень важно.

[1] Предостережение: это возможно не всегда.

Условия математических игр

Игры условно разделены по сериям (в каждой серии собраны „похожие“ игры). Возможно, некоторые игры окажутся сложноватыми.

Для затравки смело используйте самые простые и известные игры:

кладём пятаки на круглый стол, кто не может сделать ход — проиграл;

сдвиг фишки по прямой на 1 или 2 клетки вперёд (кто первым дойдёт до 15);

в ряд записаны 7 минусов, каждый ход: один или два соседних минуса заменяем на плюсы (кто не может ходить — проиграл);

и другие похожие.

Серия 1.

1.1. Игровое поле представляет собой прямоугольник размером $2 \times n$ (где n — натуральное число), разбитый на клеточки 1×1. Играют двое, ходят по очереди. Каждым ходом игрок закрашивает либо одну ещё не закрашенную клетку, либо две соседние (по вертикали или горизонтали) ещё не закрашенные клетки. Проигрывает тот, кто не может сделать ход.

1.2*. Та же игра, что и **1.1.**, но проигрывает тот, кто сделал последний ход.

1.3. Дан уголок из $2n + 1$ клетки (см. рисунок). Играют двое, ходят по очереди. Каждым ходом разрешается закрасить любую одну клетку, или любые две клетки, имеющие общую точку (даже вершину). Проигрывает тот, кто не может сделать ход.

1.4. Та же игра, что и **1.3**, но проигрывает тот, кто сделал последний ход.

1.5. Игровое поле имеет вид, изображённый на рисунке (всего в нём $3n + 2$ клетки). Играют двое, ходят по очереди. Каждым ходом игрок закрашивает либо одну ещё не закрашенную клетку, либо две соседние (по вертикали или горизонтали) ещё не закрашенные клетки. Проигрывает тот, кто не может сделать ход.

Замечание: поиграйте сначала (посоветуйте поиграть) в эти игры для маленьких n (1, 2, 3, ...).

Серия 2.

2.1. (известная игра). В ряд записаны n единиц: 1, 1, 1, ..., 1. Каждым ходом разрешается между любыми двумя цифрами поставить знак „+“ или „·“. Когда все $n-1$ знаков будут поставлены, вычисляется значение полученного выражения (сначала выполняются все умножения, а затем — сложения). Если получилось чётное число, то выигрывает первый, а если нечётное — второй.

2.2. (известная игра). Та же задача, что и **2.1.**, но первый выигрывает, если получилось нечётное число, а второй — если чётное.

2.3. В ряд записаны $2n$ цифр: 1, 2, 1, 2, ..., 1, 2. Каждым ходом разрешается между любыми двумя цифрами поставить знак „+“ или „·“. Когда все $2n-1$ знаков будут поставлены, вычисляется значение полученного выражения (сначала выполняются все умножения, а затем — сложения). Если получилось чётное число, то выигрывает первый, а если нечётное — второй.

2.4. Та же задача, что и **2.3.**, но в ряду $2n+1$ цифра: 1, 2, 1, 2, ..., 1, 2, 1.

2.5., **2.6.** Те же задачи, что и **2.3.**, **2.4.**, но если получилось чётное число, то выигрывает второй, а если нечётное — первый.

Замечание: поиграйте сначала (посоветуйте поиграть) в эти игры для маленьких n (1, 2, 3, ...).

Серия 3.

3.1. Ветка с листьями имеет вид, изображённый на рисунке (всего листьев $2n+1$).

Двое по очереди срывают листья, каждым ходом разрешается сорвать либо один лист, либо любую пару листьев, растущих из одной точки. Выигрывает тот, кто сорвёт последний лист.

3.2. Та же задача, что и **3.1.**, но ветка имеет такой вид:

3.3., **3.4.** Те же задачи, что и **3.1.**, **3.2.**, но тот, кто сорвёт последний лист, проигрывает.

Замечание: поиграйте сначала (посоветуйте поиграть) в эти игры для маленьких n (1, 2, 3, ...).

Серия 4.

4.1. (известная игра). Часовая стрелка установлена на 12 часах. Играют двое, ходят по очереди. Каждым ходом можно сдвинуть стрелку на 1 или 2 часа вперёд. Кто первым снова поставит стрелку на 12 часов, выигрывает.

4.2. (известная игра). Та же задача, но каждым ходом сдвигать стрелку можно на 2 или на 3 часа вперёд.

Замечание: варьируйте длину циферблата, сдвиги, сами придумайте игру на обратный ход.

4.3. Часовая стрелка установлена на 12 часах. Играют двое, ходят по очереди. Каждым ходом можно сдвинуть стрелку на 2 часа вперёд или на 1 час назад. Проигрывает тот, кто впервые перевёл стрелку на уже встречавшееся число.

Серия 5.

5.1. Дан выпуклый n-угольник. Играют двое, каждым ходом можно провести ещё не проведённую диагональ этого многоугольника. При этом запрещается, чтобы очередная диагональ имела общие точки с уже проведёнными диагоналями. Проигрывает тот, кто не может сделать ход.

5.2. Та же задача, что и **4.1.**, но проигрывает тот, кто сделал последний ход.

Замечание: поиграйте сначала (посоветуйте поиграть) в эти игры для маленьких n (4, 5, 6, 7, 8, 9, ...).

Решения математических игр

Напомним, что во всех задачах необходимо выяснить, кто выигрывает при правильной игре — начинающий или его партнёр. То есть, нужно выяснить: кто из играющих может играть так, чтобы выигрывать при любой игре другого. Часто решение состоит в том, что указывается стратегия, по которой нужно играть игроку, чтобы выиграть.

Поясним сказанное на примерах и разберём для начала несколько известных игр, которые использовались для разминки.

Задача. Двое по очереди кладут пятаки на круглый стол так, чтобы монеты не падали и не задевали друг друга. Кто не может сделать ход — проигрывает.

Решение. Всегда может выиграть первый. Он может первым ходом положить пятак в центр стола и далее на каждый ход первого отвечать симметричным (относительно центра стола) ходом.

Докажем, что первый, действуя по таким правилам, всегда сможет сделать ход после любого хода второго.

Действительно, перед ходом второго расположение монет на столе симметрично относительно центра, и если второй может положить монету на стол, то

симметричное (относительно центра) место стола тоже свободно. Если первый положит туда пятак, он не будет налегать на последний пятак второго: иначе получалось бы, что последний пятак второго накрывает две симметричные точки стола, а значит накрывает центр, что невозможно. Но и остальные пятаки монета первого не заденет (так как их не задевает последний пятак второго). При этом расположение монет вновь станет симметричным, и снова ходить второму.

Ясно, что игра когда-нибудь закончится (ведь на стол можно положить лишь конечное число не налегающих друг на друга пятаков), и последний ход будет у первого (значит, он выиграл).

Задача. Дана полоска клетчатой бумаги размерами 1×15, в крайней левой клетке находится фишка. Двое по очереди сдвигают фишку на 1 или 2 клетки вправо. Выигрывает тот, кто первым дойдёт до последней (пятнадцатой) клетки.

Решение. Эта задача решается так называемым методом выигрышных позиций. Каждой клетке мы сейчас присвоим название выигрышной или проигрышной.

Клетка считается выигрышной, если игрок, которому достанется ходить с этой клетки, сможет выиграть (как бы ни играл его соперник).

Клетка считается проигрышной, если игрок, которому достанется ходить с этой клетки, не сможет выиграть (как бы он ни играл) при правильной игре соперника.

Например, 13-ая и 14-ая клетка выигрышные: начав с них, можно пойти на 15-ю клетку и выиграть. А вот 12-я клетка проигрышная: с неё можно пойти либо на 13-ю, либо на 14-ю клетки, после чего соперник сможет передвинуть фишку на 15-ю клетку и выиграть. Аналогично, 10-я и 11-я клетки — проигрышные, 9-я — выигрышная, и т. д. Ещё мы забыли про 15-ю клетку — она проигрышная (с неё некуда ходить). Получаем такую картинку:

В	В	П	В	В	П	В	В	П	В	В	П	В	В	П
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15

(Вы, конечно, заметили, что с проигрышной клетки *нельзя* пойти на проигрышную (можно пойти *только* на выигрышную), а с выигрышной клетки *можно* пойти на проигрышную.)

Получается, что выигрывает начинающий (так как первая клетка — выигрышная). Легко указать для него стратегию: он должен каждым ходом передвигать фишку на проигрышную клетку. Его соперник после этого, как он ни пойдёт, вынужден будет передвинуть фишку на выигрышную клетку, и опять ход первого.

Упражнение. Кто выигрывает, если в полоске 20 клеток? Решите ту же задачу, если тот, кто передвинул фишку на последнюю клетку, считается проигравшим.

Задача. В ряд записаны 7 минусов. Играют двое, ходят по очереди. Каждым ходом игрок заменяет любой минус на плюс или любые два соседних минуса на два плюса. Проигрывает тот, кто не может сделать ход.

Решение. Эта задача похожа на задачу про пятаки — она тоже решается при помощи симметрии. Выигрывает здесь начинающий: он своим первым ходом

заменяет центральный минус на плюс, а затем ходит симметрично ходам второго (относительно центрального минуса).

Упражнение. Кто выигрывает, если в ряд записаны 8 минусов?

Переходим к решениям основных задач. В этом году среди предлагавшихся игр были и такие, решения которых в общем случае нам неизвестны. Решения частных случаев (именно они и предлагались школьникам) — достаточно простые.

Серия 1.

1.1. Игровое поле представляет собой прямоугольник размером $2 \times n$ (где n — натуральное число), разбитый на клеточки 1×1. Играют двое, ходят по очереди. Каждым ходом игрок закрашивает либо одну ещё не закрашенную клетку, либо две соседние (по вертикали или горизонтали) ещё не закрашенные клетки. Проигрывает тот, кто не может сделать ход.

Решение. При нечётном n выигрывает начинающий: своим первым ходом он закрашивает две центральные клетки, как бы разделяя поле на две одинаковые половины, а дальше делает свои ходы симметрично ходам второго.

При чётном n выигрывает второй: он делает свои ходы симметрично ходам первого (относительно центра доски).

1.2*. Та же игра, что и **1.1.**, но проигрывает тот, кто сделал последний ход. Полное решение этой задачи (для произвольного n) авторам неизвестно.

Решение в общем случае задач **1.3.** и **1.4.** также неизвестно.

1.5. Игровое поле имеет вид, изображённый на рисунке 2 (всего в нём $3n + 2$ клетки). Играют двое, ходят по очереди. Каждым ходом игрок закрашивает либо одну ещё не закрашенную клетку, либо две соседние (по вертикали или горизонтали) ещё не закрашенные клетки. Проигрывает тот, кто не может сделать ход.

Решение. Симметричная стратегия.

В случае нечётного n выигрывает начинающий, первым ходом закрашивая центральную клетку, и далее делая свои ходы симметрично ходам второго.

При чётном n выигрывает второй: он делает свои ходы симметрично ходам второго (относительно центра доски).

Серия 2.

2.1. (известная игра). В ряд записаны n единиц: 1, 1, 1, ..., 1. Каждым ходом разрешается между любыми двумя цифрами поставить знак „+“ или „·“. Когда все $n - 1$ знаков будут поставлены, вычисляется значение полученного выражения

(сначала выполняются все умножения, а затем — сложения). Если получилось чётное число, то выигрывает первый, а если нечётное — второй.

Решение. Выигрывает тот, кто делает последний ход (то есть, в случае чётного n выигрывает первый, а в случае нечётного n — второй). При этом не важно, как ходят игроки до самого последнего хода: последним ходом всегда можно сделать результат по желанию чётным или нечётным. Действительно, представим себе, что все знаки расставлены. Тогда все наши единицы разобьются на группы перемножающихся единиц, разделенные плюсами. Например, так (группы перемножающихся единиц мы взяли в скобки):

$$(1 \cdot 1 \cdot \ldots \cdot 1) + (1 \cdot \ldots \cdot 1) + \cdots + (1 \cdot \ldots \cdot 1).$$

Произведение в каждой группе равно 1, и результат будет чётным или нечётным в зависимости от того, чётно или нечётно количество таких групп.

Пусть мы последним ходом ставим плюс и число групп равно k. Тогда если бы мы вместо плюса поставили знак умножения, две группы, примыкавшие к плюсу (справа и слева) превратились бы в одну, и число групп стало бы равным $k-1$, то есть изменило бы четность. Значит при разных последних знаках получается разная четность результата, и поэтому выбирая знак, дающий нужную чётность, ходящий последним выигрывает.

2.2. (известная игра). Та же задача, что и **2.1.**, но первый выигрывает, если получилось нечётное число, а второй — если чётное.

Решение. Выигрывает тот, кто делает последний ход. Решение точно такое же, как и в предыдущей задаче.

2.3. В ряд записаны $2n$ цифр: 1, 2, 1, 2, ..., 1, 2. Каждым ходом разрешается между любыми двумя цифрами поставить знак „+“ или „·“. Когда все $2n-1$ знаков будут поставлены, вычисляется значение полученного выражения (сначала выполняются все умножения, а затем — сложения). Если получилось чётное число, то выигрывает первый, а если нечётное — второй.

Решение. Выигрывает первый. Сначала он должен поставить знак умножения перед последней двойкой в ряду. Рядом с каждой из оставшихся двоек имеется два свободных места для знаков (слева и справа). Далее первый должен действовать так, чтобы рядом с каждой из оставшихся двоек (слева или справа) оказался знак умножения. У него это получится, так как каждым ходом второй может сделать ход рядом ровно с одной двойкой, и следующим ходом первый сможет поставить знак умножения на другое соседнее с этой двойкой место. В итоге рядом с каждой двойкой будет стоять знак умножения, а значит складываться будут чётные числа и результат будет чётным.

2.4. Та же задача, что и **2.3.**, но в ряду $2n+1$ цифра: 1, 2, 1, 2, ..., 1, 2, 1.

Решение. Выигрывает первый, решение аналогично предыдущему.

Серия 3.

3.1. Ветка с листьями имеет вид, изображённый на рисунке (всего листьев $2n+1$).

Двое по очереди срывают листья, каждым ходом разрешается сорвать либо один лист, либо любую пару листьев, растущих из одной точки. Выигрывает тот, кто сорвёт последний лист.

Задача взята из сборника „Математика 6–8. Материалы заключительного конкурса журнала «Квант»“, Кострома, 1999. Автор задачи — И. Акулич. Решение (с мелкими изменениями) перепечатывается из этого сборника.

Решение. Всегда может выиграть начинающий. Если n — чётное число, то начинающий игрок первым ходом срывает один лист пары, если n — нечётное, то срывает лист сверху. Заметим, что в обоих случаях после его хода на ветке остается чётное число пар и чётное число одиночных листьев. Его соперник вынужден сделать нечётным либо число одиночных листьев, либо число пар листьев. Первый своим ходом должен восстанавливать чётность, повторяя ход соперника.

Если нечётно число одиночных листьев или число пар листьев, то хоть одно из этих количеств не равно нулю, а значит, у первого всегда будет возможность для хода. Так как игра обязательно закончится, то не сможет сделать очередной ход тот, кто начинал вторым, то есть выиграет начинающий.

3.2. Та же задача, что и **3.1.**, но ветка имеет такой вид:

Решение. Эта задача решается точно так же, как и предыдущая: начинающий своим первым ходом отрывает от тройки верхних листьев один или два листа (в зависимости от чётности n) и далее ходит так, как описано в решении предыдущей задачи.

3.3., **3.4.** Те же задачи, что и **3.1.**, **3.2.**, но тот, кто сорвёт последний лист, проигрывает. Решение аналогично.

Серия 4.

4.1. (известная игра). Часовая стрелка установлена на 12 часах. Играют двое, ходят по очереди. Каждым ходом можно сдвинуть стрелку на 1 или 2 часа вперёд. Кто первым снова поставит стрелку на 12 часов, выигрывает.

Решение. Эта задача решается методом выигрышных позиций. Ясно, что 10 и 11 — выигрышные позиции (В), 9 — проигрышная (П), и т. д. Получаем картинку:

и видим, что начальная позиция (12 часов) проигрышная. Значит выигрывает второй.

4.2. (известная игра). Та же задача, но каждым ходом сдвигать стрелку можно на 2 или на 3 часа вперёд.

Решение. Задача решается аналогично. Ясно, что 10 и 9 — выигрышные позиции. Про 11 пока ничего сказать нельзя, и про 8 тоже, а вот позиция 7 — проигрышная (так как из неё можно попасть только на выигрышные позиции 9 и 10). Далее, позиции 5 и 4 — выигрышные, 2 — проигрышная, а значит 12 — выигрышная. Снова выигрывает начинающий — он должен перевести стрелку на 2 часа, потом (после хода второго) — на 7 часов, и затем — на 12.

4.3. Часовая стрелка установлена на 12 часах. Играют двое, ходят по очереди.

Каждым ходом можно сдвинуть стрелку на 2 часа вперёд или на 1 час назад. Проигрывает тот, кто впервые перевёл стрелку на уже встречавшееся число.

Решение. Рассмотрим сначала случай, когда первый игрок первым ходом сдвигает стрелку на 1 час назад ($12 \to 11$). Если после этого второй игрок сделает ход $11 \to 10$, то первому придётся ходить $10 \to 9$, тогда второму — $9 \to 8$ и т. д. Понятно, что в этом случае ходы второго игрока всегда заканчиваются на чётных числах, в том числе на 12, значит он проиграет.

Следовательно, после хода первого $12 \to 11$ второй вынужден ходить $11 \to 1$, после чего первый вынужден ходить $1 \to 3$. Теперь у второго есть выбор: $3 \to 2$ или $3 \to 5$. Рассмотрим сначала первый случай ($3 \to 2$). Тогда первый вынужден сделать ход $2 \to 4$, после чего второй вынужден ходить $4 \to 6$. Теперь первый может сделать ход $6 \to 5$, и второму придётся ходить $5 \to 7$, теперь первый может сделать ход $7 \to 9$, оставляя для второго единственную возможность $9 \to 8$ (позиция 11 уже была занята на 1 ходу), после чего сам ходит $8 \to$ $\to 10$ и выигрывает (позиции 9 и 12 уже заняты). Следовательно, рассмотренный выбор второго игрока на 2 ходу обязательно приводит к проигрышу.

Рассмотрим второй вариант ($3 \to 5$). Тогда первый игрок может сделать ход $5 \to 4$, и второй вынужден ходить $4 \to 6$, после чего первый может сходить $6 \to 8$, и у второго есть выбор: $8 \to 7$ или $8 \to 10$. Последний вариант ему не подходит, так как тут же приводит к проигрышу (после хода первого $10 \to 9$). Если же второй делает ход $8 \to 10$, то первый может ответить $10 \to 9$ и второму опять ходить некуда, то есть он проиграл.

Мы показали, как первый игрок, сделав первый ход $12 \to 11$, затем всегда может выиграть у второго. После того, как мы это только что доказали, рассмотрение второго варианта первого хода ($12 \to 2$) стало, естественно, ненужным.

Серия 5.

5.1. Дан выпуклый n-угольник. Играют двое, каждым ходом можно провести ещё не проведённую диагональ этого многоугольника. При этом запрещается, чтобы очередная диагональ имела общие точки с уже проведёнными диагоналями. Проигрывает тот, кто не может сделать ход.

Решение. Если n чётно, выигрывает начинающий, первым ходом соединив две противоположные вершины многоугольника. В результате многоугольник разобьётся на две части с одинаковым числом вершин. Далее первому следует ходить симметрично второму: на каждый ход второго, сделанный в одной из двух частей следует ответить аналогичным ходом во второй части.

В случае произвольного нечётного n полное решение авторам неизвестно.

КОНКУРС ПО АСТРОНОМИИ И НАУКАМ О ЗЕМЛЕ

Вопросы и комментарии подготовил к. ф.-м. н. Андрей Михайлович Романов, — главный специалист Отделения общей физики и астрономии Российской академии наук (romanov@gpad.ac.ru).

Вопросы

На листках с вопросами конкурса было приведено следующее разъяснение:

Из предложенных 11 вопросов по астрономии и наукам о Земле можно отвечать на **любое** *количество из тех, которые Вам интересны. Для получения премии достаточно будет написать правильные ответы на любые 4 вопроса. Больше — можно. При подведении итогов будут учтены количество правильных ответов, их полнота и Ваш класс (возраст).*

1. Какова максимально возможная на Земле скорость ветра? А на других планетах (Марс, Венера, Юпитер)?

2. Почему радуга круглая?

3. В большом зале на 1000 мест один невоспитанный товарищ выкурил 1 (всего одну!) сигарету. Сколько частиц дыма и пепла после этого попадает в лёгкие каждого из присутствующих при каждом вдохе?

4. Сталкиваются два материка. До какой высоты при этом могут вырасти горы? А за какое время?

5. Как бы Вы у себя дома смогли наглядно показать своему приятелю, что такое невесомость?

6. В космос одинаковым образом запустили два одинаковых спутника: один из них всё излучение поглощает (абсолютно чёрный), а другой — всё отражает (белый или зеркальный). Как они будут отличаться в дальнейшем?

7. Как отличить метеорит от простого „земного“ камня?

8. Около некоторой звезды есть две планеты: Тумания, полностью покрытая облаками, и Ясния, атмосфера которой полностью прозрачна. Каким образом яснианцы могут измерить вращение Тумании? Каким образом туманцы могут измерить продолжительность своих суток и года, а также установить существование Яснии?

9. Если к нашему Солнцу добавить ещё одно такое же (изнутри), что будет? А ещё одно? А ещё?

10. Все звёзды очень разнообразные: бывают красные и голубые гиганты, жёлтые и коричневые карлики, и всякие другие. Отчего это зависит? Бывают ли зелёные, сиреневые, или, например, пятнисто-полосатые звёзды?

11. Когда и где начнётся 3-е тысячелетие? Можно ли это событие „увидеть“ ?

Ответы на вопросы конкурса по астрономии и наукам о Земле

Вопрос № 1. *Какова максимально возможная на Земле скорость ветра? А на других планетах (Марс, Венера, Юпитер)?*
Ответ. Земля — 30–100 м/с; Венера — 100 м/с; Юпитер — 150–270 м/с.

Иллюстрация к вопросу № 8 конкурса по астрономии и наукам о Земле.

Комментарий. Конкретные цифры скорости ветра при урагане около поверхности земли составляют 30–100 м/с. Например, при урагане в г. Москве 20 июня 1998 г. значения скорости ветра достигали 26–30 м/с. При этом ширина ураганного фронта составляет от нескольких километров до нескольких десятков километров.

Другой часто встречающейся разновидностью сильного ветра у поверхности земли являются смерчи и тайфуны. Структура у смерча и тайфуна, в отличие от обычных атмосферных фронтов, представляет собой спирально закрученное движение воздуха. Смерчи возникают между быстро движущимися грозовыми облаками и поверхностью земли и имеют диаметр от нескольких метров до десятков метров. Тайфуны возникают в тропической зоне океана за счёт более сильного нагрева нижних слоев воздуха и возникающей вследствие этого термодинамической неустойчивости. Они включают в себя значительно большие объёмы воздушных масс, захватывают нижнюю тропосферу до высоты 10–12 км и имеют горизонтальные размеры до нескольких сотен километров. Скорости ветра в смерчах и тайфунах также могут достигать 100 м/с.

Весьма интересное природное явление представляет собой т. н. „стоковый ветер“ в Антарктиде. Поскольку Антарктида является ледовым куполом вокруг Южного полюса с высотами 2000–4500 м, над ней образуется так называемый „антарктический антициклон“. В центральных областях материка холодный воздух опускается из верхних слоёв атмосферы, а затем, двигаясь к окраинам Антарктиды, он скатывается до уровня моря и при этом разгоняется до ураганных скоростей (до 60 м/с) на кромке ледовых полей. Все рассмотренные примеры ветров представляют движения воздушных масс около поверхности Земли. Вместе с тем, значительные по скорости ветры господствуют в верхней тропосфере и стратосфере. Они также могут достигать скоростей 100 м/с и называются

„струйными течениями“. Структура струйных течений определяет, в частности, западный перенос масс в наших средних широтах, а также долговременные изменения погодных условий.

Что касается иных планет, то прежде всего необходимо отметить, что общая (глобальная) циркуляция атмосферы на разных планетах существенно различается. На Земле имеются несколько зональных поясов, в которых направление переноса воздушных масс изменяется. В тропической зоне господствуют пассаты, движущиеся на запад, против направления вращения Земли, и сдвигающие воздушные массы от линий тропиков к экватору. В средних широтах, как было сказано выше, преобладает противоположный перенос, с запада на восток и от линий тропиков к полярным кругам. В полярных зонах, как правило, располагается антициклон с направлением движения воздуха от полюса.

Венера, являясь близкой к Земле планетой по размерам, имеет принципиально иную общую циркуляцию своей атмосферы, которая вся движется с запада на восток, как бы единым потоком. В экваториальной зоне атмосфера обращается вокруг планеты за 4,5 дня, что соответствует постоянной скорости ветра 100 м/с. Однако, такой ветер дует только на высотах 20–22 км над поверхностью планеты; на высоте 10 км ветер падает до 10 м/с, а возле поверхности Венеры он ещё слабее. Кроме этого широтного ветра наблюдается также и меридиональный перенос масс от полюсов Венеры к её экватору, который примерно в 10 раз медленнее. Все эти особенности ветров венерианской атмосферы, а также её турбулентность, наблюдались во время полета в атмосфере Венеры баллонов с космических станций Вега-1 и 2 в 1986 г. Принципиально иное строение и динамику имеет атмосфера самой большой планеты Солнечной системы — Юпитера. Один оборот Юпитер совершает за 10 часов, что соответствует скорости движения 44000 км/час (120000 м/с). Однако, поскольку у Юпитера нет (не наблюдается) твёрдого тела, то видимое движение его атмосферы, соответственно, трудно называть собственно ветром. Внешняя атмосфера Юпитера, как известно, разделена по широте на светлые „зоны“ (где атмосферные массы поднимаются снизу вверх) и тёмные „полосы“ (где они опускаются). Скорости взаимного движения полос и зон достигают 150 м/с. Знаменитое Большое Красное пятно Юпитера, которое представляет собой гигантский циклон или вихрь между двумя соседними полосами, вращаясь с периодом около 6 суток, имеет скорость ветра на периферии 1000 км/час (270 м/с).

Атмосфера Марса более разреженная, чем у Земли, и характеризуется возникающими время от времени ураганами со скоростями в несколько десятков м/с. Они захватывают значительные области планеты и наблюдаются как „пылевые бури“.

Разумеется, имеются также и принципиальные ограничения скорости ветра где бы то ни было: это скорость звука в атмосфере, которая зависит от её температуры и давления (для поверхности Земли — 330 м/с). При достижении скорости звука любое движение воздуха превращается в ударную волну, и физика всех дальнейших процессов становится принципиально иной. Разумеется также, что никакой ветер (также как и ничто материальное) не может превосходить скорость света.

Типичные ошибки.
— На других планетах нет воздуха, и нет ветра.
Нетривиальные версии.[1]
— Максимальная скорость ветра равна скорости звука в воздухе.
— Скорость ветра зависит от скорости вращения планеты.
— 374 км/час.
Критерии оценок.
Структура смерча, тайфуна — 1.
Стоковый ветер в Антарктиде — 1.
Струйные течения в верхней атмосфере — 1.
Общая циркуляция атмосферы разных планет — 1.
Солнечный и звёздный ветер — 1.
Итого — 6.

Вопрос № 2. *Почему радуга круглая?*
Ответ. Наблюдаемый светящийся круг является проекцией на небесную сферу геометрического места капель воды, равномерно распределённых в пространстве, отстоящих на равный угол относительно источника света, и преломляющих и отражающих лучи света.
Комментарий. Радуга образуется из-за преломления солнечных (или иных) лучей света в круглых каплях воды, имеющихся в воздухе во время и после дождя или от иных источников капель (например, от поливочного шланга). Принципиальное значение имеет то, что капли круглые (сферические). Нетрудно показать, что все лучи, параллельно приходящие от солнца и падающие на сферическую каплю, испытывают преломление на её поверхности и полное внутреннее отражение (то есть отражение от внутренней поверхности капли), и по законам геометрической оптики получают отклонение в пространстве на один и тот же определенный угол. Таким образом, каждая из капель, освещаемых одним и тем же источником света, преломляет все падающие на неё лучи и отражает их обратно, подобно катафоту, таким образом, что они расходятся от капли в пространстве вдоль поверхности конуса с определённым углом раскрыва. При наблюдении массива из многих капель, свободно распределённых в воздухе, мы сможем увидеть отражённые лучи света от тех из них, которые сами расположены под тем же углом относительно нас и источника света (солнца). Очевидно, что такие капли, светящие в нашу сторону, сами также будут располагаться в пространстве на поверхности конуса с тем же углом раскрыва, что и отражённый свет от каждой капли. Для наблюдателя (то есть для нас) конус светящихся капель будет виден как круг, проецирующийся на более тёмное небо или другой фон.

Поскольку свет при отражении от капли дважды проходит границу сред (воздух — вода — воздух), то в силу преломления света, которое имеет различную величину для разных цветов (т. е. для разных длин волн света), разные цвета отклоняются каплями воды на несколько разные углы. Красный свет отклоняется на 137 градусов 30 минут, а фиолетовый на $139°20'$. Соответственно, если

[1]Здесь и далее орфографические ошибки авторов исправлены.

мы посмотрим в противоположную от солнца сторону, то в круге, отстоящем от условного центра („противосолнца“) на $42°30'$ мы увидим капли, светящиеся красным светом, а в круге, отстоящем на $40°40'$ — фиолетовым. Все прочие цвета расположатся между ними, и мы увидим собственно радугу, — т. е. светящийся круг (или дугу), в котором снаружи внутрь идут цвета: красный, оранжевый, жёлтый, зелёный, голубой, синий, фиолетовый.

Понятно, что поскольку чаще всего мы видим радугу от Солнца, которое при этом всегда выше горизонта, то „противосолнце“ находится несколько ниже горизонта, и радуга получается только в виде части полной окружности, т. е. в виде дуги. Для того, чтобы увидеть круглую радугу, необходимо иметь освещённые капли воды ниже себя. Это можно сделать либо с помощью шланга, либо с помощью самолёта, глядя на дождь сверху. В крайнем случае можно расположить ниже себя источник света, но тогда уже, разумеется, не Солнце.

Если капли будут не вполне круглые (например, вытянутые при крупном дожде) или будут сильно неоднородны по своим размерам, то радуга будет получаться бледной и неоднородной по цветам, т. е. не такой красивой, как иногда бывает.

Если организовать капли не из воды, а из какой-либо другой жидкости, то изменится угол преломления света, соответственно, изменится угловой размер видимой радуги.

Среди других красивых атмосферных явлений можно отметить т. н. „гало“, которые образуются на ледяных кристалликах и иногда видны вокруг Луны или Солнца.

Типичные ошибки.
— Потому что Солнце круглое.
— Потому что Земля круглая.
— Потому что глаз круглый.

Нетривиальные версии.
— Потому что Земля крутится.
— Радуга и Земля, как две концентрические окружности.
— Где сильнее шел дождь, там радуга выше; а по краям дождь слабее.
— Земля имеет притяжение, и радуга искривляется.
— Длина волны красного света больше, чем фиолетового. Поэтому они закругляются.

Критерии оценок.
Ось симметрии антисолярной точки (или Солнца) — 1.
Преломление в круглой капле — 1.
Другие оптические атмосферные явления — 1.
Итого — 3.

Вопрос № 3. *В большом зале на 1000 мест один невоспитанный товарищ выкурил 1 (всего одну!) сигарету. Сколько частиц дыма и пепла после этого попадает в лёгкие каждого из присутствующих при каждом вдохе?*

Ответ. Ошеломляюще много: пепловых частиц — около миллиона, а табачных газов — 10^{17} молекул.

Комментарий. Прежде всего, сделаем следующие разумные предположения. Будем считать, что дым и пепел от выкуренной сигареты равномерно распределились по всему залу, т. е. все присутствующие в зале получают свою дозу в равных количествах. Тогда нужно оценить соотношение объёмов зала и лёгких. Типичное значение рабочего объёма лёгких человека составляет около 2 литров. Типичная площадь залов составляет около 1 м^2 на 1 место, а высоту зала можно принять равной 20 м; тогда объём зала составит 1000 м$^2 \cdot 20$ м $=$ $= 20\,000$ м^3, а соотношение объёмов лёгких и зала — 10^{-7}. Таким образом, каждый присутствующий при каждом вдохе получает одну десятимиллионную долю всего дыма и пепла, произведённого сигаретой. Оценим теперь, много это или мало.

Как известно, сигареты (и другие табачные изделия) при сгорании выделяют большое количество весьма разнообразных (и, как правило, неполезных) газов, включая достаточно сложные молекулярные комплексы. Для простоты нашей оценки примем, что вся сигарета первоначально состоит из чистого углерода. Тогда, приняв вес сигареты равным 5 г, а вес каждого атома углерода, состоящего из 12 протонов и нейтронов (^{12}C), равным $12 \cdot 1{,}6 \cdot 10^{-24}$ г, получим, что число атомов углерода в ней равно $2{,}6 \cdot 10^{23}$. Соответственно, при сгорании (выкуривании) сигареты углерод полностью окисляется кислородом из воздуха и переходит в такое же количество молекул углекислого газа CO_2. Если вспомнить, что в каждом моле вещества содержится $\approx 6 \cdot 10^{23}$ молекул (число Авогадро), то получаем, что от одной сигареты образуется 0,5 моля газа CO_2, который занимает объём около 10 л. (Кстати, выкурив пачку сигарет, курильщик прогонит через свои собственные лёгкие 200 л газообразных продуктов сгорания). Доля каждого из присутствующих в зале при этом окажется несколько меньше — всего 10^{17} молекул от той же сигареты (или, другими словами, сто миллионов миллиардов). Желающие могут на досуге самостоятельно попытаться представить себе это число на каких-либо наглядных примерах.

Кроме „газовой“ можно предпринять также „пепловую“ оценку продуктов, любезно предоставляемых курильщиком всем окружающим. Тот дым, который мы можем наблюдать при курении, представляет собой твёрдые аэрозольные частицы (кусочки сажи), образованные из-за неполного сгорания материала сигареты, и имеющие размеры около 1 микрона, то есть 10^{-4} см. Тогда, принимая их плотность равной 1 г/см^3, вес каждой такой частицы будет составлять 10–12 г, а их общее число от сигареты — $5 \cdot 10^{12}$ частиц. Конечно, таких пепловых частиц в лёгкие каждого присутствующего попадет ещё меньше, чем газовых молекул, — всего 10^6. Однако, миллион потенциальных очагов воспаления и рака в собственных лёгких, — не так уж и мало. И это от одной (!) сигареты, на каждом (!) вдохе, в 1000-местном (!) зале, и от другого товарища (!). А если сам, пачку, и не открывать в комнате окно?

Типичные ошибки.

— Все частицы прилипнут к лёгким самого курильщика.

— Дым слабо рассеивается, и все достанется ближайшим соседям.

Нетривиальные версии.

— Молекулы дыма должны растворить в воздухе.

— По четвертинке частицы попадет каждому из присутствующих.
— Каждый вдохнет больше дыма, чем сам курильщик.
— Если всем дышать вместе, то они будут дышать до тех пор, пока дыма не останется.

Критерии оценок.
Оценка объёмов зал / лёгкие — 1.
Оценка выхода газ / дым (аэрозоль) / пепел — 1.
Другие аэрозоли в атмосфере — 1.
Итого — 3.

Вопрос № 4. *Сталкиваются два материка. До какой высоты при этом могут вырасти горы? А за какое время?*
Ответ. До 10 км за 1 000 000 лет.
Комментарий. Как известно, твёрдая земная кора разделена на многие отдельные литосферные плиты, которые лежат на более пластичном (вязком) подстилающем слое мантии, которая называется астеносферой. За счёт медленных движений вещества мантии Земли, литосферные плиты перемещаются по поверхности тела Земли, подобно льдинам на поверхности потока воды. Естественно, что скорости и направления движений плит не совпадают, из-за чего они могут расходится или сталкиваться. Типичные скорости движения материковых плит составляют 1–2 см в год, наибольшие — до 10 см/год.

При расхождении литосферных плит образуются так называемые „рифтовые зоны“, подобные узкой и длинной щели в земной коре, окаймлённой с обоих сторон параллельными горными хребтами. Наиболее грандиозными на Земле рифтами являются срединно-океанические хребты, которые тянутся на десятки тысяч километров вдоль центральных линий океанов. Но они скрыты от взгляда толщей воды, лишь в некоторых местах выступая над ней в виде групп островов. На суше примером рифтовой зоны является район озера Байкал. При столкновении литосферных плит они, подобно льдинам при торошении, начинают выталкивать свои края вверх. Если сталкиваются две материковые плиты, образуется так называемая „зона складчатости“, самым выдающимся примером которой является Альпийско-Гималайский пояс. В Гималаях, образованных столкновением Индостана (скорость движения на север около 3 см/год) с Евразией, находится большинство высочайших горных вершин мира (г. Джомолунгма — 8848 м над уровнем моря). Здесь же расположена и грандиозная скальная стена около вершины Дхаулагири, высотой около 3000 м. Если сталкиваются материковая плита (их толщина 20–30 км; самая толстая, — до 40 км, в середине Евразии) и океаническая (толщиной около 5 км), то возникает явление так называемой „субдукции“, когда более тонкая океаническая плита подминается вниз и „подныривает“ под материк, расплавляясь затем в мантии. При этом край материка приподнимается и образует линейный горный хребет, а место погружения океанической плиты на поверхности Земли знаменуется океаническим желобом. Такими двойными системами „хребет— желоб“ практически со всех сторон окружён Тихий океан, потому что на его океанические плиты со всех сторон „наезжают“ другие материки и платформы. Здесь в паре Марианских островов (хребет) и Марианского желоба расположена самая глубокая точка Мирового

океана: отметка –11022 м. Однако наибольший перепад высот, соответствующий смыслу вопроса о максимальной высоте вырастающих гор, находится с другой стороны Тихого океана около Южной Америки, где разница высоты Анд (гора Аконкагуа — 6960 м) и прилегающего Чилийского желоба (максимальная глубина — 8180 м) превышает 15 км (15140 м !).

Оценка времени, которое необходимо для создания подобного типа горных систем, может быть легко сделана из сопоставления высоты гор и скорости движения литосферных плит. При скорости 1 см/год горы смогут „вырасти“ до 10 км за 1 000 000 лет. Таким образом, создание значительных горных систем требует заметного времени, сопоставимого с длительностью геологических периодов. Время же существования глобальных горных систем может составлять десятки миллионов лет.

Более быстрым способом создания гор является вулканизм, когда расплавленная магма через трещины или другие каналы в земной коре выходит на поверхность и, растекаясь и застывая слоями, наращивает высоту образовавшегося вулкана. Самый высокий вулкан на Земле находится в группе Гавайских островов, — вулкан Мауна-Кеа (4205 м над уровнем моря), который возвышается над окружающей океанической плитой (глубина океана около 5500 м) почти на 10 км. (Кстати, самый высокий вулкан Солнечной системы находится на Марсе, — гора Олимп, и имеет высоту 25 км). Естественно, что горы не могут расти до бесконечности; более того, они принципиально не могут превосходить толщину материковых плит (20 км). Однако, существует и другой фактор, ограничивающий максимальную высоту гор ещё более жёстко, — вязкое (полужидкое) основание земной коры, — астеносфера. Она расположена на глубине 35 км, и её возникновение и расположение на этом уровне связано с пределом плавления горных пород, находящихся под давлением вышележащего материка. Любая горная система, достигнув некоторого критического значения, силой своего давления расплавляет подстилающие породы, продавливает их в мантию, и, вследствие этого, сама проседает ниже предельной высоты. Эта величина зависит от силы тяжести на конкретной планете, и составляет для Земли 10–12 км, а для Марса — 25 км. Таким образом можно сказать, что вулканы Мауна-Кеа на Земле и Олимп на Марсе достигают предельной высоты и подниматься больше не могут. Процесс погружения потухших вулканов в мантию можно наблюдать на примере других Гавайских островов и подводных вершин вулканического происхождения, которые являются предшественниками о. Гавайи и расположены цепочкой от него на северо-запад, плавно понижаясь к ложу океана. Возраст всей этой системы вулканов около 5 млн. лет. Кроме этого, всякие горы, поднявшись выше 2–3 км над уровнем моря, неизбежно начинают активно собирать на себя атмосферные осадки, поскольку водяной пар в воздухе при подъеме на высоту охлаждается, конденсируется и выпадает на горы в виде дождя или снега. Образующиеся ледники начинают активно „стачивать“ горные породы, а водные потоки выносят обломочный материал в долины. Горы быстро „стареют“, разрушаются, и приобретают вид пологих возвышенностей. Примером таких гор является Уральский хребет, являющийся „швом“ между Русской платформой и Западно-Сибирской низменностью, возраст которого составляет десятки миллионов лет, а максимальная высота горы Народная — 1896 м.

Типичные ошибки.
— Высотой до 1-5 км.
— Горы могут вырасти любой величины и за любое время.
Нетривиальные версии.
— Если материки «сильные», то и горы будут высокие.
— Горы могут вырасти до высоты меньшего материка, поставленного «на попа».
— Горы растут, растут, а потом уменьшаются и уменьшаются.
Критерии оценок.
Геодинамика и тектоника плит — 1.
Скорости движения плит — 1.
Примеры высот горных систем — 1.
Геологические периоды, вулканизм — 1.
Итого — 4.

Вопрос № 5. *Как бы Вы у себя дома смогли наглядно показать своему приятелю, что такое невесомость*?
Ответ. Проще всего создать динамическую или гидроневесомость.
Комментарий. Прежде всего, для дальнейшего правильного ответа на этот вопрос, необходимо разделить физические понятия массы, которой обладают все материальные тела всегда, независимо от внешних условий, и веса, который тела приобретают, будучи: а) помещенными в поле тяготения; б) находясь там в состоянии динамического покоя; и, наконец, в) взаимодействуя при этом с каким-либо иным физическим телом, которое играет роль опоры (подставки или подвеса), и обеспечивает тем самым данный динамический покой. Сила, с которой рассматриваемое тело взаимодействует с опорой, и будет называться весом данного тела в данном поле тяготения.

Поскольку в задаче просят продемонстрировать невесомость, не выходя из дома, то, соответственно, поле тяготения тем самым определено, как поле тяжести на поверхности планеты Земля с ускорением свободного падения 981 см/сек^2 (космические и лунные станции пока рассматривать не будем). Соответственно, невесомостью будем называть те или иные состояния тел, когда их вес равен нулю (при условии наличия самого тела).

Наиболее распространённой и часто упоминаемой невесомостью является так называемая „динамическая невесомость“, когда рассматриваемое физическое тело находится в равноускоренном движении под действием силы тяжести. Однако, здесь имеется та хитрость, столь же часто упускаемая из виду, что просто свободный полет какого-либо тела куда бы то ни было невесомостью не является, поскольку при этом отсутствует опора (другое не менее физическое тело), сила взаимодействия с которым в процессе полета должна быть равна нулю. Поэтому простое подпрыгивание или подбрасывание задачу в строгом смысле слова не решает. Часто предлагаемое многими юными исследователями „выбрасывание“ приятеля из окна тем более не способствует конструктивному решению, поскольку в условии прямо просили не выходить из дому в процессе создания невесомости.

Для продуктивной демонстрации необходимо позволить свободно двигаться не только рассматриваемому телу, но также и его опоре, наблюдая при этом

нулевое значение силы взаимодействия между ними. Лучше всего в данном сценарии предоставить свободу движения грузу (только небольшому) на пружинных весах (лучше на безмене, т. к. он удароустойчивее), которые во время непродолжительного полёта явственно покажут своей стрелкой на нулевое значение веса упомянутого груза. Достаточно нагляден и типичный школьный пример с полоской бумаги (например, газетной), зажатой между двумя грузами (например, книгами), свободно выходящей между ними при свободном полёте и рвущейся при других способах её изъятия. Наконец, желающие попрыгать, могут и это себе позволить, посадив приятеля себе на плечи и наслаждаясь его (приятеля) кратковременной невесомостью (при условии обеспечения безопасности окружающих лиц и предметов). Хотелось бы обратить внимание на предложенную одним из участников конкурса весьма интересную и нетривиальную демонстрацию динамической невесомости с помощью конструкций малой упругости, распрямляющихся в полёте.

Другой, не менее распространенной невесомостью является гидроневесомость, обеспечиваемая силой Архимеда в жидких и газообразных средах. Рыбки в аквариуме, чаинки в стакане, всевозможные предметы, погруженные в ванной, шарики и мыльные пузыри в воздухе (а за пределами дома, — подводные лодки и дирижабли) являются примерами архимедовой гидроневесомости относительно опоры (воды или воздуха). Нужно заметить, что оба рассмотренных выше типа невесомости активно используются для тренировки космонавтов. Динамическая невесомость создаётся в самолёте, летящем по специальной кривой, близкой к параболе; а гидроневесомость, — в гидробассейне Звёздного городка, где под водой помещается целиком космический корабль или орбитальная станция.

Среди иных сил физической природы, способных компенсировать силу тяжести, промышленное применение имеет электромагнитная невесомость, первоначально реализованная в виде т. н. „гроба Магомета“, а на современном техническом уровне в виде поездов на магнитной подвеске.

Наконец, в качестве определенного курьёза, можно привести пример „фазовой“ невесомости. Если в чайник налить немного жидкой воды и поставить его на огонь, то через некоторое время вес чайника уменьшится на величину ранее налитой воды, присутствие которой, тем не менее, в виде водяного пара будет явственно ощущаться и в чайнике, и в кухне в целом. Аналогичным образом ведет себя „сухой лёд“ (углекислота в твёрдой фазе), используемый в лотках мороженого.

В заключение, исходя из определения невесомости и условий её создания, можно указать также на гравитационные экраны, препятствующие распространению поля тяготения на определенные области пространства, и источники антигравитации, локально компенсирующие силу тяжести, которые, однако, до настоящего времени не обнаружены и промышленные образцы которых не созданы.

Типичные ошибки.

— Подвесить приятеля на люстре.

— Подпрыгнуть с табуретки.

— Поддувать пушинку или шарик вентиляторами.

Нетривиальные версии.

— Пусть висит в воздухе без посторонней помощи.

— Поставить приятеля вверх ногами, будет приток крови к голове и он узнает, что такое невесомость.

— Посадить на высокий стол (стул) и быстро сломать все ножки.

— Шарик с малой силой упругости — в полёте распрямится.

Критерии оценок.

Определение масса / вес / невесомость — 1.

Динамическая невесомость — 1.

Хорошие примеры динамической невесомости — 1.

Гидроневесомость — 1.

Итого — 4.

Вопрос № 6. *В космос одинаковым образом запустили два одинаковых спутника: один из них всё излучение поглощает (абсолютно чёрный), а другой — всё отражает (белый или зеркальный). Как они будут отличаться в дальнейшем?*

Ответ. Белый и чёрный спутники будут отличаться: а) визуально; б) по температуре; в) по траектории.

Комментарий. Самым первым (по времени) и самым „наглядным“ отличием двух спутников будут их визуальные характеристики. Белый, отражающий лучи Солнца, будет виден в качестве ярко светящейся точки, а чёрный виден не будет (только очень редко, в виде тёмного пятнышка на светлом фоне, например на диске Луны, и только со специальной техникой большого увеличения).

Вторым по значимости станет различие их тепловых режимов. Белый спутник, теряя на излучение собственную энергию и отражая всю, падающую на него извне, будет охлаждаться. При отсутствии внутренних источников энергии его температура будет постепенно понижаться. Предельно низким значением температуры спутника является не абсолютный нуль температуры (0 °K = = −273,16 °C), как думают многие, а яркостная температура фона реликтового излучения, равная 2,7 K. Реликтовый фон — это излучение, наблюдаемое в радиодиапазоне, которое образовалось на ранних стадиях развития Вселенной (тогда оно было наоборот очень горячим), затем остыло в процессе расширения Вселенной до нынешней температуры и заполняет собой всё пространство. Соответственно, никакой предмет во Вселенной не может остыть до температур ниже реликтового фона без применения специальных технологий сверхнизкого (гелиевого) охлаждения.

Чёрный спутник, поглощая падающее излучение, будет нагреваться до тех пор, пока поток его собственного излучения, возрастающего вместе с ростом температуры, не сравняется с приходящим потоком. Это состояние называется тепловым равновесием, и для тел, находящихся в космосе под излучением Солнца на расстоянии орбиты Земли, равновесная температура составляет около 300 K. При этом, солнечная сторона спутника будет нагреваться до +150 C, а теневая сторона — охлаждаться до −170 C. На реальных космических объектах для того, чтобы избежать многократных перепадов температур светлой

и темной стороны, все поверхности спутников и орбитальных станций покрывают специальным чехлом — термозащитой.

Наиболее тонким и долговременным отличием спутников будет различие динамического давления солнечного света. Всякое электромагнитное излучение обладает импульсом, который передаётся при его поглощении на поверхность экрана. Соответственно, чёрный спутник будет получать при поглощении одинарное значение светового импульса (давления света), а зеркальный, — двойное, т. к. импульс света изменяется им на противоположный. Это различие в силе светового давления в дальнейшем будет приводить к существенному различию траекторий движения двух спутников, из которых зеркальный спутник будет сильнее отклоняться от Солнца на внешнюю сторону планетной системы. Световое давление наиболее явным образом проявляется на форме кометных хвостов, относя их в сторону, противоположную направлению на Солнце. Одним из перспективных технических направлений полета космических аппаратов во внешние районы солнечной системы является разработка конструкций т. н. „солнечного паруса“.

Типичные ошибки.
— Ничем.
— Белый будет светиться и нагреется.
— Чёрный расплавится и взорвется.

Нетривиальные версии.
— Тёмный станет радиоактивным.
— Спутник, который все отражает, не сможет лететь.
— Спутники не изменятся, т. к. в космосе нет солнечного света.
— Редко используются спутники темных оттенков.
— Зеркальный спутник будет передавать излучение другим объектам.
— Чёрный станет красным от большой температуры.

Критерии оценок:
Визуальные отличия — 1.
Тепловые отличия — 1.
Импульс света / динамические отличия — 1.
Итого — 3.

Вопрос № 7. *Как отличить метеорит от простого „земного“ камня?*
Ответ. При находке — по коре плавления и другим характерным внешним признакам; при падении — непосредственно.
Комментарий. Самым тривиальным вариантом ответа, до которого, однако, догадались очень немногие, является такой: наблюдать метеорит в полёте, поскольку простые земные камни, как правило, не летают. Кстати, это обстоятельство (полёт метеорита) прямо следует из самого названия, т. к. „meteo“ означает атмосферу, а „meteorit“, — это предмет воздушного происхождения, упавший из воздуха, с неба. Метеориты (точнее, метеороиды) — это входящие в атмосферу Земли тела космического происхождения достаточно широкого диапазона масс (от единиц грамм до сотен тонн), из которых наиболее мелкие могут полностью сгореть в атмосфере (это метеоры), а более крупные — достигнуть поверхности Земли (собственно метеориты). Скорость вхождения метеороида в атмосферу

составляет от 11 до 72 км/с. При такой скорости за счёт ударов молекул воздуха его поверхность начинает нагреваться, расплавляться, дробиться и испаряться. Температура в метеорной коме (нагретом воздухе рядом с метеороидом) в зависимости от скорости его движения может достигать от 4000 до 15 000 градусов. Из-за малой теплопроводности большинства метеороидов, нагревается и расплавляется только поверхностный слой толщиной 1–2 мм.

За счёт высокой скорости движения метеороид создает в воздухе ударную волну, порождающие сильные звуковые эффекты, а раскалённая метеорная кома видна в качестве ярко светящегося и быстро перемещающегося объекта на небе (так называемый „болид“); так что падения крупных метеоритов невольно привлекают внимание оказавшихся при этом свидетелей. После факта падения на землю метеороид становится метеоритом. Только метеориты, наблюдавшиеся в полёте и подобранные непосредственно после него, принимаются во внимание для последующего определения числа метеоритов различных типов. Если же метеорит обнаружен случайно, т. е. является „находкой“, то у железных метеоритов в этом случае, естественно, намного больше шансов быть подобранными, чем у каменных. Однако, на поверхности любого найденного метеорита можно увидеть прежде всего так называемую „кору плавления“ толщиной 1–2 мм, которой нет у камней земного происхождения. Кроме этого, неравномерность разрушения в потоке воздуха приводит к образованию на поверхности метеорита характерных ямок — каверн с размерами до 2–10% от самого метеорита. Бóльшую определённость может дать анализ внутренней структуры метеорита. Железные метеориты, составляющие около 6% от общего числа метеоритов, более точно можно определить, если отпилить и отшлифовать часть тела, а затем протравить его кислотой. На шлифе проявятся характерные линейчатые узоры, которые носят название „видманштеттеновых фигур“ по имени их открывателя. Эти узоры возникают из-за того, что железные метеориты, состоящие на 98% из никелистого железа, расслаиваются на кристаллические решётки из двух фракций с низким и высоким содержанием никеля. Такое строение встречается только у тел космического происхождения.

Каменные метеориты, составляющие подавляющее большинство в 92%, как правило, состоят в своём объёме из округлых зёрен, размером до 1 см, которые называются „хондрами“, а данный тип метеоритов — каменными хондритами. Хондры в земных каменных породах также не встречаются. Наиболее тонкими методами установления космической природы того или иного „заподозренного“ камня или куска железа является химический анализ на его элементный и изотопный состав. Весьма нетривиальной, но в принципе справедливой версией ответа является утверждение одного из авторов работ о том, что у метеорита (находки) будет больше бактерий на поверхности, чем внутри.

Типичные ошибки.

— Метеорит может летать без помощи человека.

— Метеорит красного цвета.

— Никак; только по химическим анализам.

Нетривиальные версии.

— Метеориты часто бывают большие и непонятные.

— У метеорита хвост, вытянутый в прямую линию.
— Метеорит может пробить асфальт.
— Метеорит летит быстрее, чем земной камень.

Критерии оценок.
Внешнее термическое воздействие / корка обжига — 1.
Типы метеоритов — 1.
Анализ внутренней структуры — 1.
Химический и изотопный состав — 1.
В полете — 1.
Итого — 5.

Вопрос № 8. *Около некоторой звезды есть две планеты: Тумания, полностью покрытая облаками, и Ясния, атмосфера которой полностью прозрачна. Каким образом яснианцы могут измерить вращение Тумании? Каким образом туманцы могут измерить продолжительность своих суток и года, а также установить существование Яснии?*

Ответ. По вращению плоскости маятника, по суточным вариациям освещённости и приливам, методами радиолокации и с помощью космических аппаратов.

Комментарий. Впервые аналогичная задача была предложена академиком П. Л. Капицей о том, как измерить вращение Венеры, которая полностью закрыта облаками. В данном случае предложена наиболее общая формулировка всех аспектов подобной задачи.

Имеется по крайней мере два способа кардинального решения всех этих проблем. Первый из них — это радиоастрономия и радиолокация. Поскольку любые постоянные облака любой из возможных планет образованы атмосферным аэрозолем, то очевидно, что размеры этих капель или частиц не могут быть больше 1 мм (более крупные капли дождя или градины не постоянно висят в воздухе, а падают вниз и вырастают за время их свободного падения). Соответственно, они будут преломлять и рассеивать излучение с равными или меньшими длинами волн (в том числе и видимый свет с длиной волны 5500 Å = 0,55 мкм), а излучения с существенно большими длинами волн будут проходить свободно мимо них. Поэтому любые планетные облака становятся прозрачными для радиоволн, начиная с сантиметрового диапазона. Сантиметровый диапазон радиоволн также энергетически выгоден и технически наиболее удобен для создания мощных и узких диаграмм приёма или пучков излучения. Соответственно, создав необходимые технические устройства, туманцы могут приступить к занятиям радиоастрономией и наблюдать на радионебе всё, что им угодно, а яснианцы, производя радиолокацию Тумании, по величине и спектру радиосигнала, отражённого от твёрдой поверхности, определить не только период вращения Тумании, но и характерные особенности её поверхности. Именно так в 1960–70-е годы был определён период вращения Венеры, а затем построены подробные рельефные карты её поверхности.

Второй не менее кардинальный способ — это космонавтика. Поскольку ничто не мешает туманцам запускать всевозможные аппараты и телескопы в космос и летать туда самим, они также могут увидеть все, что захотят, выйдя за пределы атмосферы своей планеты. Яснианцы также могут осуществить космическую

программу исследований Тумании, аналогичную нашей венерианской программе, и получить все интересующие их сведения непосредственно в атмосфере и на поверхности Тумании. Конечно, нам сейчас, с высот грандиозных достижений нашей науки и техники, всё кажется легко и просто. Однако, во-первых, до этого ещё надо было догадаться и «дорасти», а во-вторых, существуют и другие физические принципы решения этой задачи с поверхности Тумании.

Если вспомнить определения инерциальных и неинерциальных систем координат, то нетрудно сообразить, что всякая планета, вращаясь, становится более или менее неинерциальной системой. В таких системах существует масса динамических явлений, явно отличных от инерциальных систем и позволяющих количественно оценить (измерить) величину этой неинерциальности, то есть скорость вращения планеты в пространстве. Прежде всего, наиболее наглядным и простым для измерения эффектом является поворот плоскости движения маятника в зависимости от скорости вращения планеты и широты места наблюдения (т. н. „маятник Фуко“). Также во вращающихся системах координат на все движущиеся тела действует сила инерции (т. н. „сила Кориолиса“), величину которой также можно измерить, например, измеряя отклонение падающих тел от вертикальной линии. Инерционные кориолисовы силы ответственны, например, за эффект подмывания одного из берегов всех рек (в северном полушарии — правого, а в южном — левого). Кроме этого, за счёт вращения планеты изменяется её форма, и по величине её отклонения от сферы также можно оценить скорость вращения планеты (т. н. „эллипсоид вращения“).

Далее, при любой непрозрачности облачной атмосферы (которая носит название „оптическая толща“), исключающей получение изображения центральной звезды, суточные вариации излучения, приходящего на поверхность планеты с неба (день/ночь) останутся и могут быть наблюдаемы, хотя и в существенно ославленном виде. Степень рассеяния и поглощения света зависит, как было сказано, от длины волны: более короткие диапазоны света будут сильнее поглощены в верхних слоях атмосферы, а в более длинных она будет прозрачнее.

Наконец, на поверхности планеты будут наблюдаться такие экзотические явления, как приливы. Мы на Земле привыкли к лунным приливам, однако далеко не у всех планет есть столь близкие спутники. В отличие от силы тяготения, которая обратно пропорциональна квадрату расстояния ($1/R^2$), приливная сила является её производной и обратно пропорциональна кубу расстояния ($1/R^3$), поэтому Солнце, например, при равных с Луной угловых размерах и принципиально большей массе вызывает на Земле приливы в 2,5 раза меньшие по амплитуде. Но солнечные приливы вполне наблюдаемы и измеряемы. Аналогично, можно на любой планете наблюдать приливы от центральной звезды и измерять их период (то есть скорость вращения планеты). Теоретически, возможно обнаружение даже взаимных приливов между разными планетами, хотя этот эффект, разумеется, требует очень тонких и точных измерений. Очень малая скорость собственного вращения на Венере вызвана солнечные приливами (сутки на Венере составляют 244 дня и длятся больше (!), чем венерианский год 224 дня), а влияние приливов от Земли вызвало синхронизацию венерианских суток с земным годом таким образом, что Венера, при сближении её с Землёй на орбите, оказывается всегда повернута к Земле одним и тем же „боком“.

В заключение целесообразно подчеркнуть, что все инерциальные эффекты на поверхности вращающейся планеты определяется её вращением относительно „неподвижных звёзд“, то есть внешней системы координат (такой период вращения называется сидерическим), а суточные эффекты и приливы — вращением относительно звезды или другой планеты (синодический период).

Типичные ошибки.

— Наблюдать скорость движения облаков.

Нетривиальные версии.

— Туманцы должны сделать так, чтобы облака выпали в виде осадков.

— На таких планетах, как Тумания, жизнь будет только в виде простейших организмов, не способных к размышлениям.

— На Тумании будет парниковый эффект, а на Яснии — резкие колебания температуры.

— Облака на Тумании будут сплющены к полюсам.

Критерии оценок:

Суточный цикл интегрального потока излучения — 1.
Инерционные системы / маятник Фуко — 1.
Радиолокация — 1.
Космонавтика — 1.
Приливы — 1.
Итого — 5.

Вопрос № 9. *Если к нашему Солнцу добавить ещё одно такое же (изнутри), что будет? А ещё одно? А ещё?*

Ответ. Увеличение массы Солнца приведёт к увеличению его температуры, радиуса, светимости, изменению цвета в сторону белого, сокращению времени жизни. Планеты станут существенно ближе, значительно более ярко освещены и нагреты.

Комментарий. Прежде всего необходимо заметить, что данный вопрос предполагает мысленный эксперимент, поскольку любые реальные процессы взаимодействия звёзд с окружающей средой друг с другом происходят, естественно, только с поверхности. Однако, здесь мы не будем касаться возмущений поверхностных слоёв звезды.

Главным параметром, определяющим все внешние характеристики звезды (температуру, цвет, светимость, радиус), является масса звезды. Таким образом, смысл данного вопроса сводится к тем изменениям, которые влечет за собой увеличение массы звезды, например нашего Солнца.

Солнце относится к „главной последовательности“ звёзд, которые родились из протозвёздного газо-пылевого облака и внутри которых в условиях плазменной среды происходят термоядерные реакции превращения водорода в гелий. Звёзды, существующие на главной последовательности, находятся в первой, наиболее спокойной стадии своей эволюции, и их видимые параметры достаточно плавно изменяются при изменении их массы. В таблице приведены изменения поверхностной температуры, спектрального класса, радиуса, светимости и времени жизни (на главной последовательности) для звёзд с массами 1, 2, 3 и 4 массы Солнца.

Масса, ед. Солнца	Температура, градусы К	Спектральный класс / цвет	Радиус, ед. Солнца	Свети-, мость, ед. Солнца	Время жизни, лет
1	5900	G5 / жёлтый	1	1	10 000 000 000
2	8200	A5 / желтоватый	1,7	14	600 000 000
3	12500	A0 / белёсый	2,4	54	200 000 000
4	14000	B8 / белый	3,0	120	100 000 000

Даже на этом примере хорошо видны основные зависимости: при увеличении массы несколько увеличивается радиус звезды, меняется её цвет от жёлтого к белому (а затем и до голубого), увеличивается температура её поверхности, и очень резко возрастает её светимость. Более массивные звёзды при больших температурах активнее сжигают водород, ярче светят, но зато и меньше живут.

В дальнейшем массивные звёзды „распухают“, увеличиваясь в размерах до красных гигантов,
а затем взрываются, как сверхновые звёзды.
Что касается нашего Солнца, то оно также покраснеет и раздуется в размерах примерно до орбиты Юпитера. Однако, это произойдёт очень не скоро, — примерно через 6 миллиардов лет.

Для нас, жителей Земли, любое увеличение массы Солнца приведёт к двум крайне неприятным последствиям. Во-первых, резко уменьшатся орбиты всех планет, и они станут ближе к Солнцу. А во-вторых, увеличение его яркости приведёт к катастрофическому увеличению температуры на поверхности планет, потере всех океанов и атмосферы, и невозможности продолжения жизни на Земле в её нынешних формах.

Типичные ошибки.
— Ничего не изменится, как если взять пакет и положить ещё два в него. — Это невозможно, т. к. Солнце не полое.
Нетривиальные версии.
— Будет белая горячка.
Критерии оценок.
Изменение всех параметров звезды от массы — 1.
Рост температуры — 1.
Изменение цвета — 1.
Рост светимости — 1.
Рост радиуса — 1.
Уменьшение орбит планет — 1.
Рост температуры планет — 1.
Общая эволюция массивных звёзд — 1.
Итого — 8.

Вопрос № 10. *Все звёзды очень разнообразные: бывают красные и голубые гиганты, жёлтые и коричневые карлики, и всякие другие. Отчего это зависит? Бывают ли зелёные, сиреневые, или, например, пятнисто-полосатые звёзды?*
Ответ. Цвет звезды зависит от её массы и, соответственно, температуры. Мень-

шие звезды холоднее и краснее, а большие — горячее и имеют белый или голубой цвет. Произвольных цветов у звёзд не бывает,
а пятна или полосы возможны.

Комментарий. Как известно, любая звезда (по крайней мере те, что находятся на „главной последовательности“, и гиганты), представляет собой раскалённый газовый шар. Точнее говоря, звезда — это плазменный шар, поскольку все атомы в звёздах находятся в той или иной степени ионизации. В недрах звёзд идут термоядерные реакции превращения ядер водорода в ядра гелия, и при этом высвобождается энергия около 6 Мэв/нуклон. Силы гравитации стремятся сжать всё вещество звезды в точку, а термодинамическое давление горячей плазмы и световое давление поднимающегося излучения удерживают звезду в равновесии.

При этом все видимые параметры звезды (её температура, радиус, светимость, цвет) определяются по сути одним параметром, — массой того вещества из первоначального газо-пылевого облака, которая, собравшись в один объём, образовала данную звезду. Массы звёзд могут варьироваться от 0,01 до 100 масс Солнца, и при этом естественно, что маленькие и большие звёзды будут очень разными.

Масса звезды определяет не только её размер, что можно интуитивно ожидать (чем массивнее звезда, тем её радиус больше), но также и температуру и давление в центре звезды, а соответственно и скорость термоядерных реакций в ней. Поэтому более массивные звёзды горячее, они ярче светят, но зато и быстрее расходуют свои запасы „топлива“. Пример зависимости параметров звезды от её массы приведён в таблице (все параметры в единицах Солнца, температура в градусах, время жизни — в годах):

Масса	Радиус	Температура, $^\circ K$	Цвет	Светимость	Время жизни, лет
0,1	0,11	2600	Тёмно-красный	0,001	1 000 000 000 000
0,8	0,85	5200	Жёлтый	0,4	150 000 000 000
7	3,9	15400	Белый	830	30 000 000
60	14	44000	Голубой	790000	3 000 000

Из таблицы видно, в частности, как резко увеличивается светимость звёзд и падает их время жизни.

Ограничения на возможные цвета звёзд требуют некоторого пояснения. Дело в том, что все звёзды светят, во-первых, собственным внутренним светом (а не как планеты — отражённым), а во вторых, звёзды светят как „абсолютно чёрные тела“ (не надо путать с телами, покрашенными чёрной краской). Абсолютно чёрное тело — это физическая модель тела, которое поглощает все кванты излучения, падающие на него, а излучает в свою очередь свет равномерно в виде непрерывного спектра, без каких-либо спектральных линий. Спектр излучения такого тела описывается „кривой Планка“, имеющей максимум в некоторой области длин волн, и уменьшающейся как в сторону длинных волн (инфракрасное и радиоизлучение), так и в сторону коротких волн (ультрафиолетовое, рентгеновское и гамма-излучение). Известно также, что максимум излучения зависит от температуры тела и смещается в сторону более коротких волн при его на-

гревании (закон Вина). Поэтому максимум излучения звёзд при повышении их температуры смещается от инфракрасной области через видимый свет к ультрафиолетовому, а их видимое излучение имеет либо красный избыток и более тёмное, либо голубой избыток и более яркое. Цвета звёзд изменяются при этом в следующей последовательности: коричневый, тёмно-красный, красный, оранжевый, жёлтый, белый, голубой.

Отличие от 7 цветов обычной радуги (красный, оранжевый, жёлтый, зелёный, голубой, синий, фиолетовый) состоит в том, что радуга сама является спектральным разложением только видимого диапазона света (см. комментарий к вопросу № 2 на странице 1241), и её цвета представляют собой очень узкие спектральные полосы. Поскольку звёзды светить в узких полосах не могут, то соответственно и не бывает звёзд ни зелёных, ни сиреневых, ни каких-либо иных цветов, образованных из цветов радуги или их комбинаций.

Что же касается пятнисто-полосатых звёзд, то, как справедливо заметили многие участники конкурса, для этого необходимо создание различных температур в различных частях звезды. Как это ни парадоксально, но такие ситуации могут случаться. Ближайшим примером такой пятнистой звезды является наше Солнце, пятна на котором образованы областями магнитных аномалий и имеют понижение температуры с 6000 до 4500 градусов, что уменьшает поток излучения в 3 раза. На некоторых других звёздах, изображение дисков которых на сегодняшний день получено, также наблюдаются аналогичные локальные образования, связанные с неоднородностями температурных условий на поверхности. Например, на поверхности звезды Бетельгейзе наблюдались потемнения с размерами до трети диаметра звезды и связанные, по-видимому, с крупномасштабной турбулентностью. Наконец, звёзды, входящие в тесные двойные системы, демонстрируют эффекты нагревания большей звезды с одного из боков за счёт излучения соседа, а также значительные отклонения от сферической формы за счёт приливных эффектов.

Все газовые звёзды вращаются дифференцированно, так что их экваториальные части обгоняют приполярные районы, и чтобы создать полосатую звезду, необходимо кроме выраженного дифференцированного вращения организовать и температурные различия в этих полосах. Хотя такая схема динамики реально наблюдается только на Юпитере (который не дотягивает по массе до звезды), тем не менее, это возможно. Во всяком случае, звёзды, окружённые протопланетными дисками, со стороны будут наблюдаться именно в виде звезды с тёмной полосой (одной) вдоль экватора.

Типичные ошибки.

— Вариации температуры могут привести к всевозможным расцветкам звёзд.

— Цвет звезды зависит от удаленности или близости к Солнцу.

Нетривиальные версии.

— Звёзды покрыты водой и сушей и могут быть какого угодно цвета.

— Сиреневых нет, т. к. синий цвет с красным в звёздах не смешивается.

— Зелёные могут быть, как переходное состояние между синими и жёлтыми.

— Цвет звёзд — это обман зрения.

— В природе вообще нет цветов.

— Звёзды сталкиваются с другими звёздами и меняют цвет.

Критерии оценок:

Зависимость от массы — 1.

Зависимость от температуры — 1.

Цвета абсолютно чёрного тела — 1.

Пятна на Солнце — 1.

Несимметричные и пятнистые звёзды — 1.

Полосатые (диффференциально вращающиеся), Юпитер — 1.

Итого — 6.

Вопрос № 11. *Когда и где начнётся 3-е тысячелетие? Можно ли это событие „увидеть“?*

Ответ. 3-е тысячелетие начнется в общегражданском смысле в 0 ч 0 м 0 сек 01 января 2001 года на линии перемены дат, а в астрономическом смысле — 22 декабря 2000 года в день зимнего солнцестояния. Увидеть это можно в Антарктиде.

Комментарий. Чтобы ответить на этот вопрос, рассмотрим, как исчисляются „моменты времени“ в настоящее время.

Прежде всего, в современной системе отсчёта времени каждый момент времени не может быть охарактеризован одним числом. Для отсчёта моментов времени используется сложная и составная шкала, содержащая несколько независимых циклов (годы / месяцы / дни / часы, минуты, секунды). Например, момент времени, соответствующий полуденному выстрелу пушки Петропавловской крепости 1 мая этого года, может быть обозначен следующим образом: 1999 года, Мая месяца, 01 числа, 12 часов, 00 минут, 00,00 секунд Московского (декретного, летнего) времени.

Естественно, что каждый из этих циклов помимо природной основы имеет много исторических „наслоений“. Причём надо отметить, что в каждом из этих циклов также имеются различные „правила“ для его продолжительности, точки начала отсчёта внутри цикла, точки начала отсчёта числа циклов, и взаимосвязи с меньшими и большими циклами. Сюда входит исчисление секундных интервалов, включая введение „дополнительных“ секунд; исчисление часов, минут и секунд по 60-ричной системе, включая систему поясного времени; исчисление дат и месяцев с учётом проведённых календарных реформ; исчисление лет и веков; исчисление длительных интервалов времени, в том числе тысячелетий.

Все эти сложности происходят по одной простой причине: длительность оборота Земли вокруг своей оси (сутки) и длительность её оборота вокруг Солнца (год) никаким образом не совпадают и не соотносятся.

1. Установление продолжительности интервала „1 секунда“. Как известно, временной интервал, соответствующий 1 обороту Земли вокруг своей оси, то есть сутки, равномерно разделен на 24 часа, затем каждый час на 60 минут, а каждая минута на 60 секунд. Таким образом, 1 секунда составляет 1/86 400 часть периода обращения Земли вокруг оси.

В современном мире именно секунда является базисной единицей измерения времени, и в этом качестве она входит во все физические и технические еди-

ницы и системы измерений (система СИ). Однако, в связи с неравномерностью движения Земли по орбите вокруг Солнца, используется не „истинное солнечное время“, а так называемое „среднее“, на основе которого построена шкала всемирного времени. Эта шкала имеет многие технические реализации единицы времени на основе атомных стандартов (цезиевых и водородных), лучшие образцы которых способны хранить время с относительной ошибкой 10^{-16}.

Однако, из-за неравномерности вращения Земли вокруг своей оси и её векового замедления, постепенно накапливается разница между астрономическим (эфемеридным) и атомным (равномерным) временем. Для исправления этой разницы в определенные дни (как правило, в Новый Год полночь 31 декабря) вводится „дополнительная секунда“, которая тем самым удлиняет этот день и этот год.

2. Установление системы поясного времени. В 1884 году на международной конференции в Вашингтоне была достигнута договоренность о введении системы часовых поясов и линии перемены даты. Вся поверхность земного шара разделяется на 24 часовых пояса по 15° по долготе. При этом во всех точках каждого часового пояса устанавливается время, совпадающее с Всемирным (гринвичским) временем в минутах и секундах и отличающееся от него на целое число часов, равное разности долгот среднего меридиана данного часового пояса и 0-го (гринвичского) меридиана. Границы часовых поясов устанавливаются органами государственного управления (для РФ — на уровне федерального правительства) с учётом государственных и административных границ, местонахождения административных центров и т. д.

3. Линия перемены дат. Проведение международной линии перемены дат также учитывало эти обстоятельства. От Северного полюса эта линия спускается по 180° меридиану до 75° сев. широты, затем поворачивает на юго-восток и выходит на меридиан 191°01′23″ вост. долготы и 70° сев. широты, то есть на 11°01′23” смещена в западное полушарие. Затем по меридиану 191°01′23” вост. долготы опускается до 66° сев. широты, повторяя границу, установленную Договором, заключенным между Россией и Северо-Американскими соединёнными штатами в Вашингтоне 18(30) марта 1867 года об уступке Российских северо-американских колоний, и подтверждённую Соглашением между СССР и США о линии разграничения морских проливов (Вашингтон, 1 июля 1990 г.). Затем линия перемены дат поворачивает на юго-запад и проходит между Командорскими и Алеутскими островами до точки с координатами 168° вост. долготы и 52°30′ сев. широты. Из этой точки линия перемены дат южнее Алеутских островов вновь уходит на юго-восток до меридиана 180° на 47° сев. широты и опускается вниз до 5° южной широты по меридиану 180°. Далее вновь уходит на юго-восток до границы между 12 и 13 часовыми поясами, то есть 187°30′ вост. долготы на 15° южной широты и идёт по этому меридиану до 45° юж. широты. Затем поворачивает на юго-запад и на 50° южн. широты вновь возвращается на меридиан 180° и уже по нему опускается до Южного полюса. В результате подобного проведения линии перемены дат 12-ый часовой пояс оказался разделён на части, в которых не сохраняется один из основных принципов Вашингтонской конференции — сохранение в пределах одного часового пояса одинакового времени.

4. Установление декретного времени. Декретом Совнаркома СССР от 16 июня 1930 года во всей стране было введено так называемое „декретное время“, по которому стрелки часов были переведены на 1 час вперёд, и тем самым разница времени между 11-м часовым поясом и 0-м часовым поясом составляла 12 часов. Постановление Кабинета Министров СССР от 04.02.1991 г. №20 отменило „декретное“ время, однако в том же году Постановлением Совета республики Верховного Совета РСФСР №1790-1 от 23.10.1991 г. оно вновь было восстановлено.

5. Установление летнего времени. Во многих странах мира, в том числе и в России, введена система „летнего“ времени, при которой весной (как правило, в последнее воскресенье марта) часовая стрелка переводится на 1 час вперёд, а осенью (как правило, в последнее воскресенье октября) — на 1 час назад.

6. Установление точки начала отсчёта года. Изначально у многих народов мира отсчёт начала года вёлся от дня весеннего равноденствия. В 153 г. до н. э. жрецы Римской республики с целью скорейшей отправки тогдашнего консула на войну в Испанию перенесли день начала годового срока консульства с 1 марта на 1 января (видно, консул им сильно надоел). В 46 г. до н. э. в рамках реформы календаря Юлия Цезаря начало года в гражданском календаре также было перенесено на 1 января. За годы после крушения Римской империи сам собой в Европе произошёл возврат к отсчёту начала года от весеннего равноденствия. В 1582 г. (4 октября) был введён Григорианский календарь, и произошла подвижка календаря на 10 дней вперёд, а в 1622 г. (1 января) Папская канцелярия перенесла точку начала отсчёта года с 25 марта. (как было у папы Григория) вновь на 1 января. В России год начинался также в день весеннего равноденствия, затем с 14 века начало года стали отсчитывать с 1 сентября, но в 1700 г. (1 января) вышел указ Петра 1-го о переносе даты нового года также на 1 января. Наконец, в 1918 г. (14 февраля) РСФСР и Финляндия полностью перешли на „григорианский“ календарь (новый стиль), потеряв при этом уже 14 дней.

7. Установление начального момента исчисления количества лет. Большинство мировых религий отсчитывает годы „от сотворения мира“. Иудейская эра отсчитывается от 7 октября 3761 г. до н. э. Византийская (православная) эра начинается от 1 сентября 5508 г. до н. э.; и в 988 г. при крещении князем Владимиром Святославовичем на Руси также введено византийское летоисчисление „от сотворения мира“. В Римской империи применялись следующие летоисчисления: „от основания Рима“ — от 21 апреля 753 г. до н. э. и „эра Диоклетиана“ — от 29 августа 284 г. Католическая церковь сначала использовала летоисчисление от года начала преследования Диоклетианом христиан, а во время правления папы Бонифация 2 (22 сентября 530 г. — 17 октября 532 г.) было постепенно введено в действие ныне существующее летоисчисления „от Рождества Христова“. В основу его легли расчёты нижнедунайского монаха Дионисия Малого. Дата рождения Христа была установлена на 784 г. от основания Рима. Указом Петра 1 от 1700 г. (1 января) Россия также перешла на летоисчисление от Р. Х. и с этого времени мы празднуем Новый Год („В знак доброго начинания и нового столетнего века поздравлять друг друга в веселии с Новым годом.“ — Пётр 1).

8. Историческая шкала летоисчисления. По современным историческим

оценкам, для того чтобы соответствовать описываемым событиям и персонажам, Иисус Христос должен был родится не позднее 4 г. до н. э. Кроме этого, в общепринятой исторической шкале летоисчисления отсутствуют 0-й год и 0-й век.

9. Исчисление длительных интервалов времени, в том числе тысячелетий. Для того, чтобы при анализе внеземных событий не путаться в многочисленных календарных реформах, годах, месяцах и прочем, в астрономии введена непрерывная шкала счёта суток, которая введена на дату реформы Юлия Цезаря и называется „юлианские дни“. Исчисление же числа лет для всей планеты Земля в целом вполне целесообразно вести от момента солнцестояния до следующего солнцестояния (тем более, что Рождество Христово 2000 лет назад произошло в день зимнего солнцестояния). Можно применить также и исчисление числа оборотов Земли вокруг Солнца — от перигелия до перигелия земной орбиты. Как уже отмечалось, все проблемы исчисления моментов времени вызваны тем, что суточный, месячный и годовой интервалы (т. е. периоды обращения тела Земли вокруг своей оси, относительно Луны и Солнца) полностью несоразмерны. Поэтому для точной датировки тех или иных исторических событий или предметов используется привязка календарей различных цивилизаций по астрономическим явлениям, а также методы дендрохронологии (по древесным стволам) и радиоактивационный анализ. При этом историческая и археологическая шкалы времени, построенные на изотопной датировке, имеют ограниченную точность.

10. Где, когда и как встречать 3-е тысячелетие? Исходя из вышесказанного видно, что в соответствии с установленным в настоящее время порядком исчисления поясного времени новая календарная дата (также как и третье тысячелетие в общегражданском смысле) появится одновременно на всей территории РФ, которая лежит восточнее границы между 10 и 11 часовыми поясами, то есть на территории Чукотского автономного округа и Камчатской области в момент времени 2001 года Января месяца 01 числа 00 часов 00 минут 00.0 секунд поясного времени. В тот же момент это событие отметят также жители 12-го часового пояса на Маршалловых островах, о. Фиджи, в Новой Зеландии, о. Окленд и Маккуори. Раньше всех на земном шаре будут встречать эту дату жители на островах Чатем (Новая Зеландия), так как, находясь географически в 12 часовом поясе, они живут по времени на +12 ч 45 м отличающегося от Всемирного (гринвичского). Так что они встретят новое тысячелетие на три четверти часа раньше всех. Встреча 3-го тысячелетия на Чукотке на 15 мин. раньше в системе поясного времени была бы возможной в случае восстановления на территории РФ 12-го часового пояса.

Если рассматривать вопрос о начале суток с астрономической точки зрения, то необходимо иметь в виду следующее. Во всех точках данного меридиана начало местных суток начинается одновременно и совпадает с моментом нижней кульминации истинного Солнца. Это явление носит название истинной полуночи. Чем восточнее находится меридиан наблюдателя (его местоположение), тем раньше у него наступает истинная полночь. Поскольку восточная долгота наблюдателя ограничивается международной линией перемены даты, то с этой

точки зрения самой восточной точкой суши является восточная оконечность о. Ратманова (Большой Диомидов остров) с координатами 191°00′ восточной долготы и 65°48′ северной широты, а для морского (воздушного) наблюдателя — восточная граница территориальных вод РФ на меридиане 191°01′23″ вост. долготы.

Естественно, что в момент полуночи ничего необычного увидеть в буквальном смысле слова нельзя. Однако, желающие именно „увидеть“ момент наступления нового тысячелетия могут себе это позволить, если в указанный момент времени будут находится на линии перемены дат от Южного полюса примерно до Южного полярного круга. На этой линии полночь будет вполне видна в виде нижней кульминации Солнца (прохождение Солнца через меридиан Гринвича). Все, кто окажется в полдень 31 декабря 2000 г. на меридиане Гринвича (0 градусов долготы) также вполне смогут увидеть у себя верхнюю кульминацию Солнца и порадоваться за антарктических и чукотских товарищей, которые новое тысячелетие уже встретили. Кроме этого, как было ранее отмечено, начало тысячелетия, как продолжительного интервала времени, целесообразно привязывать не к датам и моментам времени общегражданского календаря в той или иной местности, а к моменту зимнего солнцестояния, которое является началом астрономического года для всей планеты в целом, и к которому отнесено событие Рождества Христова. В данном контексте момент начала 3-го тысячелетия соответствует моменту зимнего солнцестояния 2000 года, который приходится на 22 декабря 2000 г.

Типичные ошибки.

— 3-е тысячелетие начнется через 1000 лет.
— В 23 часа 59 минут 59 секунд 2999 года на 0 меридиане.
— увидеть можно: это будет первый восход Солнца в 2000 году на Камчатке.
— В Японии, т. к. это страна восходящего Солнца.
— На 1-м часовом поясе.
— В каждой стране отдельно. В её восточной части.
— Если смотреть на часы с секундной стрелкой.

Нетривиальные версии.

— Время — это абстрактное понятие.
— Мы же не можем увидеть время!
— На Красной площади будут бить часы.
— Начнется в Лондоне.
— Сначала в космосе, а потом на Северном полюсе.
— Визуальное наблюдение — полночное положение Луны.

Критерии оценок:

Поясное время — 1.
Линия перемены дат — 1.
Координированное время — 1.
Календарные реформы — 1.
Начало года (равноденствие, солнцестояние) — 1.
Местный полдень на обратной долготе — 1.
Итого — 6

КОНКУРС ПО ФИЗИКЕ

Задания

На листе с заданием было приведено следующее разъяснение:
После номера задачи в скобках указано, каким классам эта задача рекомендуется. Решать задачи не своего класса разрешается. Обращайте внимание на качество физических объяснений: работа, в которой хорошо, с объяснениями, решены две-три задачи, будет высоко оценена — выше, чем работа, в которой имеются нечёткие рассуждения по многим задачам.

1. (7–9) Спортсмены бегут колонной длиной 70 м со скоростью 20 км/ч. Навстречу бежит тренер со скоростью 15 км/ч. Каждый спортсмен, поравнявшись с тренером, разворачивается и начинает бежать назад с той же скоростью 20 км/ч. Какова будет длина колонны, когда все спортсмены развернутся?

2. (7–9) Водитель заметил, что капли дождя на лобовом стекле при движении машины ведут себя по-разному: одни сползают вниз, а другие под напором встречного ветра ползут вверх (машина движется, а „дворники“ не работают). Но ветер для всех капель один и тот же; в чём разница?

3. (7–11) Некто, заглянув в объектив лазера (и грубо нарушив при этом правила техники безопасности; к счастью, лазер был выключен), увидел странную картинку, очень похожую на биологический объект. Что бы это могло быть? Этот лазер (если его включить) светит красным цветом.

4. (7–9) Вертикальную трубу большого диаметра, закрытую снизу (дно) заполнили водой и наклонили на угол 30°. После этого на поверхность воды пустили маленький кораблик и начали медленно выпускать воду через отверстие в дне. Как будет двигаться кораблик (вертикально вниз или ещё как-нибудь)?

5. (10–11) Человек рассматривает страницу тетради в линеечку одним глазом через лупу. Расстояние между линеечками на листе тетради равно s, расстояние между глазом и тетрадкой постоянно и равно h. Постройте график зависимости расстояния s_1 между линеечками на изображении страницы в лупе от расстояния x между лупой и страницей. Фокусное расстояние лупы равно f.

6. (8–10) Известный биолог Кифа Мокиевич обнаружил новый вид плесени, обладающей удивительным свойством бесследно поглощать тепло. Для проверки кусочек плесени бы помещён в сосуд, практически полностью теплоизолированный от окружающей среды, температура внутри контролировалась с помощью термопары. Во время эксперимента специальная комиссия убедилась, что со временем температура в сосуде действительно

уменьшилась более чем на 1°C. После этого сосуд был открыт и с помощью самых точных и современных приборов было установлено, что температура внутри действительно ниже комнатной. Посовещавшись, комиссия подтвердила открытие Кифы Мокиевича. А вы?

7. (7–8) Погрешность измерения объёма воды с помощью мензурки считают равной половине цены деления шкалы мензурки. Почему, ведь деление шкалы обычно можно разделить на глаз не на 2, а большее число частей (например на 3 или даже 4)?

8. (8–10) Спираль электроплитки включили и измерили её сопротивление. Затем распрямили, включили и вновь измерили сопротивление. Одинаковы ли полученные значения, а если нет, то какое больше и почему?

9. (8–11) Имеется длинная U-образная трубка, наполненная водой. По одной из её вертикальных трубок всплывает большой пузырь воздуха (радиус шарика с таким же, как у пузыря, объёмом больше радиуса трубки.) В какой из двух трубок уровень воды больше?

10. (9–11) Шершавый стержень радиуса r_1 может свободно вращаться вокруг закреплённой оси (ось проходит через центры кругов, являющихся торцами стержня). К нему прижат другой, закреплённый таким же образом и тоже шершавый, стержень радиуса r_2. Угол между стержнями (их осями) α. Второй стержень вращают вокруг своей оси с угловой скоростью ω_2. С какой угловой скоростью ω_1 при этом вращается первый стержень?

11. (8–11) „Комета вращается по вытянутой эллиптической орбите вокруг Звезды, причём звезда находится в одном из фокусов эллипса“, — прочитал Незнайка в научно-популярной книжке. „Интересно, — подумал он, — если в другом фокусе этого эллипса поместить точно такую же звезду, то форма орбиты не поменяется, ведь она будет правильной как с точки зрения первой звезды, так и второй“. Правильно ли рассуждает Незнайка? Если в его рассуждениях есть ошибки, укажите, какие именно.

12. Некто предложил новый способ запуска ракет. Вместо того, чтобы запускать их вверх, он рекомендовал отпускать ракеты вниз по направляющим (рельсам), образующим полуокружность большого радиуса R, расположенную в вертикальной плоскости. В некоторый момент движения по направляющим следовало включать двигатель. Автор утверждал, что при таком запуске высота H_2 подъёма ракеты будет превышать высоту H_1, достижимую при обычном запуске (вертикально вверх; с таким же двигателем).

а) (9–11 классы) При нахождении ракеты в каком именно месте желоба следует включить двигатель, чтобы высота H_2 подъёма ракеты оказалась максимальной?

б) (8–11 классы) Откуда берётся дополнительная энергия, чтобы высота увеличивалась?

Ответы на задания конкурса по физике

1. Определим время, в течении которого колонна будет разворачиваться, то есть время между моментами встречи тренера с первым спортсменом и встречи тренера с последним спортсменом. После встречи тренера с первым спортсменом тренер и последний спортсмен бегут навстречу друг другу со скоростями 15 км/ч и 20 км/ч соответственно, первоначальное расстояние между ними — 70 м. Следовательно, встретятся они через время $t = \frac{70\ \text{м}}{15\ \text{км/ч}+20\ \text{км/ч}} = \frac{70\ \text{м}}{35\ \text{км/ч}}$. За это время тренер убежит от места встречи с первым спортсменом на расстояние $t \cdot 15\ \text{км/ч} = \frac{70\ \text{м}}{35\ \text{км/ч}} \cdot 15\ \text{км/ч} = 70\ \text{м} \cdot \frac{3}{7}$, а сам первый спортсмен — на $t \cdot 20\ \text{км/ч} = \frac{70\ \text{м}}{35\ \text{км/ч}} \cdot 20\ \text{км/ч} = 70\text{м} \cdot \frac{4}{7}$.

Разница между этими расстояниями $70\ \text{м} \cdot \frac{4}{7} - 70\ \text{м} \cdot \frac{3}{7} = 70\ \text{м}(\frac{4}{7} - \frac{3}{7}) = 70\ \text{м} \cdot \frac{1}{7} = 10\ \text{м}$ и есть длина колонны после разворота.

2. Разница в размере капель. Вертикальная составляющая силы, действующая на каплю, складывается из компоненты, обусловленной встречным потоком воздуха (направлена вверх) и силой тяжести (направлена вниз). Первая компонента примерно пропорциональна площади капли (на самом деле площади сечения капли, перпендикулярного потоку воздуха, но это не очень важно), а вторая — массе, а значит, объёму. То есть первая растёт как квадрат линейных размеров, а вторая — как куб. Понятно, что найдётся такая скорость машины (следовательно, встречного потока вохдуха), при которой крупные капли сползают вниз, а мелкие ползут вверх.

Капли, падающие с верху, могут некоторое время по инерции двигаться вниз, а затем под действием силы трения о поток воздуха, развернуться.

Многие школьники написали, что перед лобовым стеклом движущегося автомобиля создаются хаотические турбулентные вихри, беспорядочно двигающие капли в разные стороны. Такой ответ нельзя признать полностью правильным. Все современные автомобили спроектированы таким образом, чтобы избежать образования этих вихрей, в противном случае, например, эксплуатация такого автомобиля в зимнее время станет невозможной — лобовое стекло тут же залепит снегом.

3. Лазер состоит из активной излучающей среды, ограниченной параллельными прозрачным и полупрозрачным зеркалами. Этот некто увидел отражение фрагмента своего глаза в полупрозрачном зеркале. Так как луч лазера и, значит, объектив имеют маленький диаметр, виден именно фрагмент глаза, по изображению которого догадаться об этом непросто. Во многих лазерах используются зеркала, рассчитанные только на определённую длину волны света (ту, на которой излучает лазер). Поэтому в условии и дано пояснение, что цвет излучения лазера — красный, это значит, что его зеркала отражают свет оптического диапазона.

4. Кораблик будет двигаться „по течению“ вдоль трубы (параллельно её оси). Очевидно, что вода, находящаяся около стенок, будет течь параллельно стенкам („больше ей некуда деваться“). По той же причине слои воды, находящиеся

чуть дальше от стенок, будут перемещаться параллельно слоям, непосредственно примыкающим к стенкам, и т. д. В условии специально оговаривается, что воду выпускают медленно, иначе могут появиться вихри и движение воды и кораблика станет существенно сложнее.

5. Когда расстояние между лупой и тетрадью равно 0, лупа не оказывает на изображение никакого влияния и мы видим его в натуральную величину. (Реально, т. к. лупа имеет толщину, если её положить на тетрадный лист, мы увидим его с небольшим увеличением). Затем, по мере удаления лупы от тетради увеличение возрастает, затем, в какой-то момент мы перестаём видеть изображение вообще, далее наблюдается уменьшенное перевёрнутое изображение, по мере приближения лупы к глазу оно становится всё более уменьшенным.

6. Кифа Мокиевич допустил методическую ошибку при постановке своего эксперимента и неправильно интерпретировал результаты.

Всё дело в том, что термопара вырабатывает электрический ток (по напряжению на ней мы и судим о её температуре) за счёт тепловой энергии среды, в которой она находится. Поэтому с помощью термопар нельзя контролировать температуру теплоизолированных объектов с маленькой теплоёмкостью — их температура в результате может существенно измениться. Или же количество теплоты, поглощённое термопарой, следует учитывать при интерпретации результатов опытов.

7. На измерительные приборы (в том числе мензурки) шкалу наносят таким образом, чтобы абсолютная погрешность измерения оказалась равной половине цены деления нанесённой шкалы. Сама эта погрешность возникает по многим причинам, в числе которых безусловно есть и погрешность наблюдения шкалы, но эта причина обычно не является основной. Для мензурки, например, более существенны капиллярные эффекты у стенок и геометрические дефекты сосуда, из которого сделана мензурка. В отдельных случаях измерения всё же можно провести с меньшей погрешностью, чем та, на которую рассчитан прибор. Например, если мы в мензурку с водой капнули каплю воды и увидели, что уровень воды поднялся меньше, чем на 1/4 деления, то можно утверждать, что объём капли действительно был меньше 1/4 цены деления шкалы. Но если, например, мы долили в мензурку воды и уровень поднялся на 10,25 делений, то утверждать, что объём долитой воды был равен 10,25 цены деления шкалы, нельзя. Последнее деление мы по прежнему можем на глаз точно поделить на части, но 10 предыдущих делений также вносят вклад в погрешность, который в совокупности может оказаться больше 0,25 цены деления.

Всё вышесказанное относится не только к мензуркам, но и ко многим другим измерительным приборам. Во время написания этого текста на столе жюри Турнира случайно оказался пакет с новыми деревянными линейками длиной 50 сантиметров (по крайней мере так на них написано). Прикладывая их друг к другу, мы убедились, что длины шкал у них почти одинаковые (возможно, и в самом деле равны 50 см), но в этом пакете без труда удалось найти такие пары линеек, что при прикладывании их друг к другу (так, чтобы нулевые деления совпадали) напротив деления „25 см“ одной линейки находилось деление

„25 см 1 мм“ другой линейки. Была даже найдена пара, у которой совпали деления „25 см“ и „25 см 2 мм“. С помощью такой линейки, наверное, можно сделать вывод о том, что длина какого либо отрезка лежит между 1/3 мм и 1/2 мм, но совершенно нельзя утверждать, что длина отрезка лежит между 25 см 1/3 мм и 25 см 1/2 мм.

8. Распрямлённая спираль обладает лучшей теплоотдачей, чем обычная (соседние витки нагревают друг друга). Сопротивление металлов при повышении температуры увеличивается (по крайней мере „обычных“, из которых делают спирали электроплиток, и в характерных для электроплиток интервалах температур).

Следовательно, при одном и том же протекающем токе сопротивление обычной спирали будет больше, так как, ввиду меньшей теплоотдачи, больше будет её температура. Однако из условия задачи скорее следует, что одинаковым было напряжение, поданное на спираль, а не сила тока (если и в первом, и во втором случае спираль подключали к одному и тому же источнику тока, например, к электросети). Легко убедиться, что и в этом случае решение остаётся верным. Предположим обратное (что у закрученной спирали сопротивление меньше или равно сопротивлению распрямлённой). Тогда температура закрученной спирали будет больше (выделяемая тепловая мощность, увеличивающаяся с уменьшением сопротивления, не меньше, а теплоотдача хуже). Следовательно, и сопротивление, возрастающее с температурой, должно быть больше — противоречие.

9. Уровень воды будет больше в той трубке, в которой всплывает пузырь. Если предположить, что пузырь неподвижен, то решение очевидно — давления воды каждой из трубок в нижней точке должны уравновешивать друг друга, а так как средняя плотность содержимого трубки с пузырём (вода+воздух) меньше, то объём (а, следовательно, и уровень воды) должен быть больше.

Если пузырь всплывает с установившейся скоростью, то это не меняет ситуацию по сравнению с вышерассмотренным случаем. Если же он за из-за силы тяжести движется вверх с положительным ускорением (то есть центр масс находящейся в трубке системы „вода+воздух“ движется с положительным ускорением вниз), то давление такой системы в нижней точке будет ещё меньше (по сравнению со случаем, когда пузырь неподвижен). Следовательно, уровень будет ещё больше.

Мы предполагаем, что пузырь является симметричным — верхняя и нижняя его границы имеют одинаковую форму, следовательно, капиллярные силы, действующие на этих границах, уравновешивают друг друга и поэтому не оказывают влияния на уровни воды в трубках.

Теоретически, если пузырь будет двигаться вверх с большим по модулю отрицательным ускорением, это может изменить ответ задачи на противоположный. Но очевидно, что если пузырь просто отпустить со дна, то он всё время будет двигаться вверх с положительным ускорением и его скорость будет стремиться к равновесной. А заставить пузырь тормозить, предварительно разогнав его, жюри не удалось — мешает трение воды о стенки трубки, что создаёт завихрения и пузырь распадается на части, а также возникают колебания уровней в трубках. Поэтому ситуацию, описанную в этом абзаце, можно не рассматривать.

10. Линейная скорость поверхности второго стержня (в системе отсчёта, где его ось неподвижна) равна $v_2 = \omega_2 r_2$. В месте сцепления поверхностей стержней составляющая этой скорости, перпендикулярная оси первого стержня (и равная $\omega_2 r_2 \cos\alpha$) передаётся поверхности первого стержня (т. к. вокруг своей оси он может вращаться, свободно), а параллельная составляющая теряется (происходит проскальзывание, т. к. вдоль своей оси первый стержень перемещаться не может). Таким образом, линейная скорость поверхности первого стержня равна $v_1 = \omega_2 r_2 \cos\alpha$, а угловая скорость его вращения, соответственно, $\omega_1 = v_1/r_1 = \omega_2(r_2/r_1)\cos\alpha$.

11. Заметим, что нужно было найти именно ошибку (хотя бы одну) в рассуждении Незнайки, а не исправлять все их, что для школьника — очень трудная задача. Одна из таких ошибок — Незнайка совершенно правильно считает, что вокруг каждой звезды по отдельности комета будет вращаться по одной и той же **траектории**, но, в каждом из этих случаев, скорость кометы в разных точках траектории различна (по закону сохранения энергии сумма потенциальной и кинетической энергии кометы постоянна, а, так как меняется расстояние до звезды, должна меняться и скорость). Таким образом, скорость кометы в каждой точке траектории определяется расстоянием до звезды, поэтому, несмотря на то, что траектории движения вокруг каждой из звёзд по отдельности совпадают, скорость кометы в каждой точке траектории (за исключением двух — точек пересечения эллипса с серединным перпендикуляром к отрезку, соединяющему его фокусы) будет разной в зависимости от того, вокруг какой именно звезды комета вращается. Поэтому вращение кометы вокруг двух звёзд сразу не будет наложением совпадающих движений, как это ошибочно считает Незнайка.

Вообще говоря, наложение двух совпадающих (по траектории и скорости в каждой точке траектории) движений не всегда даёт такое же движение. Предположим, например, что планета вращается вокруг звезды по круговой орбите. „Добавим“ ещё одну такую же звезду, т. е. фактически увеличим массу имеющейся звезды в 2 раза. Легко убедиться, что теперь планета уже не сможет вращаться по прежней орбите с прежней скоростью.

12. а)Жюри специально не стало жёстко формулировать условие. В частности, ничего не сказано про время работы двигателя. Наиболее простое решение задачи (демонстрирующее основную идею) получается, если предположить, что двигатель работает в течение короткого промежутка времени.

Очевидно, что где бы мы не включили двигатель, он увеличит скорость ракеты на одну и ту же величину (обозначим её Δv), не зависящую от исходной скорости v_0 (чтобы в этом убедиться, достаточно перейти в систему отсчёта, в которой $v_0 = 0$). Будем также считать, что масса выработанного топлива достаточно мала, то есть масса ракеты M за время работы двигателя практически не меняется.

Разница кинетических энергий ракеты до и после срабатывания двигателя

$$\Delta E_{\text{кин}} = \frac{M(v_0+\Delta v)^2}{2} - \frac{Mv_0^2}{2} = \frac{M}{2}(v_0^2 + 2v_0\Delta v + (\Delta v)^2 - v_0^2) = \frac{M}{2}(2v_0\Delta v + (\Delta v)^2)$$

будет тем больше, чем больше v_0. А v_0 будет максимальным в нижней точке

полуокружности.

б) Дополнительная („лишняя“) кинетическая энергия ракеты получается за счёт потенциальной энергии части топлива: при обычном старте эта часть выбрасывается на уровне земли, а в случае рассматриваемого варианта — ниже этого уровня.

КОНКУРС ПО ХИМИИ

Участникам Турнира было дано разъяснение: *Вам предлагается решить три–четыре задачи по выбору. Желательно, но не обязательно, выбирать задачи, предназначенные для класса, в котором Вы учитесь, или более старшего.*

1. Заполните пропуски (вещества вместо ... и коэффициенты вместо __) в уравнениях химических реакций.

7–8 класс.

1) $\ldots = CaO + \ldots$
2) $3\ldots + N_2 = Ca_3N_2$
3) $\ldots + 2H_2O = H_2SO_4 + 2HCl$
4) $__CaH_2 + __H_2O = __Ca(OH)_2 + __\ldots$
5) $__\ldots = 2CuO + 4NO_2 + O_2$

9–11 класс. (смотрите пояснение на странице 1272)

1) $1\ldots + 5\ldots = 3\ldots + 4\ldots$
2) $4\ldots + 11O_2 = 2\ldots + 8SO_2$
3) $3Cl_2 + 6\ldots = \ldots + 5KCl + __H_2O$
4) $\ldots + 6H_2O = __Mg(OH)_2 + 2NH_3$
5) $\ldots + 3\ldots = 3HCl + H_3PO_4$
6) $__FeSO_4 + __KMnO_4 + __H_2SO_4 = __MnSO_4 + __\ldots + K_2SO_4 + __H_2O$

2. (7–9 класс) Химический анализ показал, что массовая доля натрия в веществе составляет $(58 \pm 2)\%$. Предложите формулы веществ, удовлетворяющие этому условию.

3. (7–9 класс) Известно, что массы протонов и нейтронов выражаются целыми числами, а массы электронов пренебрежимо малы. Однако атомные массы, которые приведены для элементов в таблице Менделеева, почти всегда дробные. Как можно это объяснить?

4. (8–9 класс) Мраморный шарик ($CaCO_3$) поместили в 100 г раствора соляной кислоты с массовой долей 7,3%. Через некоторое время количество HCl в растворе уменьшилась вдвое и диаметр шарика также уменьшился вдвое. Определите исходную массу шарика.

5. (10–11 класс) 4,37 г сплава двух металлов растворили в воде. При этом выделилось 7,84 л газа (н. у.). При осторожном подкислении полученного раствора выпадает осадок, который растворяется в избытке кислоты. Определите качественный и количественный состав сплава.

6. (8–10 класс) Тяжёлая вода — это вода, содержащая изотоп водорода дейтерий, D_2O. Оцените плотность тяжёлой воды.

7. (9–11 класс) Юный химик Миша нашёл три запаянных ампулы с блестящей серебристой жидкостью. Он вскрыл ампулы и налил в них воду. Жидкость из первой ампулы с водой не реагировала. Тогда Миша нагрел её в заполненной кислородом колбе и увидел, что при этом образуется красное кристаллическое вещество. Содержимое второй ампулы интенсивно реагировало с водой, выделяя бесцветный горючий газ. После завершения реакции на дне ампулы осталась серебристая жидкость, неотличимая по внешнему виду от исходной, а по химическим свойствам — от содержимого первой ампулы. После того, как Миша налил воду в третью ампулу, произошёл сильный взрыв со вспышкой пламени жёлтого цвета с фиолетовыми проблесками. Что находилось в ампулах и какие грубые нарушения техники безопасности допустил юный химик?

8. (10–11 класс) Какую структуру может иметь соединение состава $C_3H_3Cl_3$? Изобразите все возможные изомеры.

9. (9–11 класс) Поставьте приведенные формулы химических веществ в соответствие с областями их применения, указанными в таблице.
(Решение можно записать в виде «число–буква»).

1	$AgBr$	абразивный материал	А
2	BN	боевое отравляющее вещество	Б
3	$C_{12}H_{25}SO_3Na$	действующее вещество в изолирующих противогазах	В
4	$CaSO_4 \cdot 0{,}5H_2O$	детская присыпка	Г
5	CCl_2F_2	компонент моющих средств	Д
6	$ClCN$	компонент порохов	Е
7	$KAl(SO_4)_2 \cdot 12H_2O$	наполнитель электроламп	Ж
8	Kr	основа искусственных драгоценных камней	З
9	Na_2O_2	пигмент масляных красок	И
10	$Na_2S_2O_3 \cdot 5H_2O$	протрава при крашении тканей	К
11	Pb_3O_4	светочувствительное вещество (фотография)	Л
12	S	строительный материал	М
13	ZnO	фиксаж (фотография)	Н
14	ZrO_2	хладагент	О

10. (10–11 класс) При полном каталитическом гидрировании смеси пропадиена, пропилена, пентадиена-1,4 и 1-винилциклопентена поглощается объём водорода, равный половине объёма диоксида углерода (измеренного при тех же условиях), выделяющегося при сжигании такого же количества этой смеси. Определите объёмное содержание пропадиена в парах исходной смеси.

Краткие решения задач конкурса по химии

Задачи и решения для конкурса по химии подготовлены С. Е. Семёновым, директором Химического лицея №1033 г. Москвы, и З. П. Свитанько.

1. 7–8 класс.

1) $CaCO_3 = CaO + CO_2$; или $Ca(OH)_2 = CaO + H_2O$, и т. д.
2) $3Ca + N_2 = Ca_3N_2$
3) $SO_2Cl_2 + 2H_2O = H_2SO_4 + 2HCl$
4) $CaH_2 + 2H_2O = Ca(OH)_2 + 2H_2$
5) $2Cu(NO_3)_2 = 2CuO + 4NO_2 + O_2$

9–11 класс.

1) $C_3H_8 + 5O_2 = 3CO_2 + 4H_2O$
2) $4FeS_2 + 11O_2 = 2Fe_2O_3 + 8SO_2$
3) $3Cl_2 + 6KOH = KClO_3 + 5KCl + 3H_2O$
4) $Mg_3N_2 + 6H_2O = 3Mg(OH)_2 + 2NH_3$
5) $POCl_3 + 3H_2O = 3HCl + H_3PO_4$
6) $10FeSO_4 + 2KMnO_4 + 8H_2SO_4 = 2MnSO_4 + 5Fe_2(SO_4)_3 + K_2SO_4 + 8H_2O$

2. Массовая доля натрия $(58 \pm 2)\%$ означает, что в соединении NaX молярная масса X должна быть от $23 : 60{\cdot}40 = 15{,}3$ до $23 : 56{\cdot}44 = 18$, а в соединении Na_2X молярная масса X составляет от 30,3 до 36.

Примеры соединений, которые подходят: Na_2O_2, Na_2S, NaOH, $NaNH_2$, $NaBH_2D_2$.

3. Многие элементы могут существовать в виде нескольких изотопов (то есть атомы данного элемента могут содержать разное число нейтронов). Изотопы по-разному распространены в природе. Экспериментально определенная атомная масса — это средневзвешенная величина для всех природных изотопов данного элемента. Именно эти величины и приведены в таблице Менделеева, поэтому они дробные.

Есть и вторая причина — так называемый дефект массы, то есть уменьшение массы, сопровождающее образование ядра из протонов и нейтронов (массовый эквивалент энергии, которая выделяется при образовании ядра, $E = mc^2$).

4. Раствор соляной кислоты содержит 7,3 г HCl, что составляет $7{,}3/36{,}5 = 0{,}2$ моль. В реакцию вступила половина этого количества, то есть 0,1 моль. Уравнение реакции $CaCO_3 + 2HCl = CaCl_2 + H_2O + CO_2$ показывает, что при этом израсходовалось $0{,}1/2 = 0{,}05$ моль карбоната кальция.

Диаметр шарика уменьшился вдвое, значит его объём и, следовательно, масса уменьшились в $2^3 = 8$ раз, так как $V = \frac{4}{3}\pi R^3$. Другими словами, прореагировало 7/8 исходного количества карбоната кальция. Таким образом, исходное количество $CaCO_3$ $0{,}05 : 7 \cdot 8 = 0{,}057$. $M_r = 100$. Масса равна $100 \cdot 0{,}057 = 5{,}7$ г.

5. $4,37$ г сплава прореагировало с образованием $7{,}84/22{,}4 = 0{,}35$ моль газа. Легко видеть, что речь идёт об очень лёгких металлах, так как средний эквивалент металлов в сплаве составляет $4{,}37/(0{,}35 \cdot 2) = 6{,}24$. При этом неизвестные металлы должны быть активными, так как сплав растворился в воде. Очевидно, что один из металлов — литий. Его эквивалент (и

молярная масса) 7. Значит, эквивалент второго металла должен быть ещё меньше. Этому условию удовлетворяет бериллий. Его молярная масса 9, но он двухвалентен, значит эквивалент равен 4,5. Бериллий не растворяется в воде, однако он растворяется в щёлочи LiOH, образующейся при растворении лития. Теперь нужно найти количественный состав сплава.

Пусть в смеси x моль Li и y моль Be.

При растворении сплава выделяется $(0{,}5x + y)$ моль H_2.

$7x + 9y = 4{,}37$; $0{,}5x + y = 0{,}35$. Отсюда $x = 0{,}49$ моль. $y = 0{,}105$ моль.

6. Плотность тяжёлой воды можно оценить следующим образом: очевидно, что объём молекулы воды почти не изменился по сравнению с объёмом молекулы H_2O. Значит единица объёма (например, 1 см^3) содержит столько же молекул. Однако масса каждой молекулы увеличилась в $(16 + 2 + 2)/(16 + 1 + 1) = 20/18 = 1{,}11$ раз.

Так как плотность H_2O 1 г/см^3, плотность D_2O 1,11г/см^3.

7. В первой ампуле была ртуть, во второй амальгама (сплав с ртутью) какого-либо щелочного металла (например, натрия), а в третьей — сплав натрия и калия, который при комнатной температуре является жидкостью. Подсказкой является окраска пламени (жёлтая с фиолетовой).

Что касается правил техники безопасности, часто встречающиеся ответы, что вообще ничего нельзя подбирать на улице, а также нельзя проводить опыты с незнакомыми веществами, безусловно являются верными правилами поведения для школьников. Однако техника безопасности в химии выглядит несколько иначе. Дело в том, что в химии невозможно не проводить опыты с неизвестными веществами. Просто для таких опытов надо аккуратно отбирать небольшие количества веществ и обязательно использовать защитные очки, а лучше маску, а ещё лучше проводить опыты под тягой.

8. Линейные изомеры:
$CH_3 - CCl = CCl_2$
$CH_2Cl - CH = CCl_2$
$CHCl_2 - CH = CHCl$ (2 геометрических изомера)
$CCl_3 - CH = CH_2$
$CHCl_2 - CCl = CH_2$
$CH_2Cl - CCl = CHCl$ (2 геометрических изомера)

Циклические изомеры:

Первая из этих молекул может существовать в виде двух геометрических изомеров, в зависимости от того, как направлены атомы хлора друг относительно друга. Для второй молекулы возможно существование двух оптических изомеров (т. к. атом C, связанный с одним атомом хлора и одним атомом водорода, является асимметрическим.)

9. Ответы:

1.	$AgBr$	светочувствительное вещество (фотография)	Л
2.	BN	абразивный материал	А
3.	$C_{12}H_{25}SO_3Na$	компонент моющих средств	Д
4.	$CaSO_4 \cdot 0{,}5H_2O$	строительный материал	М
5.	CCl_2F_2	хладоагент	О
6.	$ClCN$	боевое отравляющее вещество	Б
7.	$KAl(SO_4)_2 \cdot 12H_2O$	протрава при крашении тканей	К
8.	Kr	наполнитель электроламп	Ж
9.	Na_2O_2	действующее вещество в изолирующих противогазах	В
10.	$Na_2S_2O_3 \cdot 5H_2O$	фиксаж (фотография)	Н
11.	Pb_3O_4	пигмент масляных красок	И
12.	S	компонент порохов	Е
13.	ZnO	детская присыпка	Г
14.	ZrO_2	основа исскуственных драгоценных камней	З

10. Соединения: C_3H_4, C_3H_6, C_5H_8, C_7H_{10}. Пусть смесь содержит x, y, z и k моль этих веществ, соответственно.

Вещество	Число моль вещества	Число моль H_2 для полного гидрирования вещества	Число моль CO_2, выделившихся при сгорании вещества
C_3H_4	x	$2x$	$3x$
C_3H_6	y	$1y$	$3y$
C_5H_8	z	$2z$	$5z$
C_7H_{10}	k	$3k$	$7k$

Условие задачи позволяет составить уравнение

$$2(2x + y + 2z + 3k) = 3x + 3y + 5z + 7k.$$

Отсюда $x - y - z - k = 0$ или $x = y + z + k$. Количество пропадиена в смеси (соответственно, и объёмное содержание в парах) 0,5 или 50%.

Пояснение к условию задачи 1 для 9–11 классов

В условиях этой задачи, розданных школьникам во время Турнира, было допущено 3 опечатки.

1. Вместо реакции
   4) $\ldots + 6H_2O = __Mg(OH)_2 + 2NH_3$
   было напечатано
   4) $\ldots + 6H_2O = __Mg(OH)_2 + NH_3$
   (пропущен коэффициент 2 перед NH_3, без него уравнять реакцию невозможно).

2. Вместо реакции
   5) $\ldots + 3\ldots = 3HCl + H_3PO_4$
   должно было быть
   5) $\ldots + 3\ldots = 3HCl + H_3PO_4$
   (H_3PO_3 вместо H_3PO_4).
   При этом подразумевался ответ
   5) $PCl_3 + 3H_2O = 3HCl + H_3PO_3$
   В результате этой ошибки задача осталась корректной, но стала более трудной.

3. Вместо реакции
   6) $__FeSO_4 + __KMnO_4 + __H_2SO_4 = __MnSO_4 + __\ldots + K_2SO_4 + __H_2O$
   было напечатано
   6) $__FeSO_4 + __KMnO_4 + __H_2SO_4 = __MnSO_4 + __\ldots + __H_2O$
   (пропущен K_2SO_4 в правой части уравнения)

Интересно, что многие школьники также не заметили этих ошибок (или догадались, что имелось ввиду) и написали правильные уравнения реакций.

Критерии оценок конкурса по химии

Задача 1.
Первая группа реакций (7–8 класс):
7, 8, 9 класс — 1 балл за реакцию (итого 5),
10–11 класс — 0,5 баллов за реакцию (итого 2,5).
Вторая группа реакций (9–11 класс) — 1 балл за реакцию (итого 6).

Задача 2.
7, 8, 9 класс — 2 балла за вещество (если есть расчёт или объяснение).
10 класс — 1,5 балла за вещество (то же самое).
11 класс — 1 балл за вещество (то же самое).

Задача 3.
7, 8, 9 класс — по 3 балла за каждое объяснение, всего 6.
10, 11 класс — до 2 балла за изотопы, до 3 баллов за дефект массы.

Задача 4.
Правильное решение — 5 баллов для 7–9 классов.
3 балла для 10–10 классов.
Если не учтена не только геометрия, но также и то обстоятельство, что прореагировало не всё, а половина, то это 0.

Задача 5.
7 баллов.

Задача 6.
До 4 баллов при наличии пояснения.

Задача 7.
Ампула № 1 — 1 балл.
Ампула № 2 — 2 балла.
Ампула № 3 — 2 балла.
Техника безопасности — до 2 баллов.

Задача 8.
0,5 баллов за изомер, дополнительный геометрический изомер — 1 балл (итого $0{,}5 \cdot 8$ (структурных изомеров) + + 4 (из них, имеющие по 2 геометрических варианта каждый) = 8).

Задача 9.
0,5 баллов за каждый правильный ответ (итого 7).

Задача 10.
6 баллов.

КОНКУРС ПО БИОЛОГИИ

Вопросы и задания по биологии для Турнира Ломоносова подготовлены биологическими классами школы № 520 г. Москвы.

Вопросы и задания

1. Какие морфологические части мы едим у следующих растений: кабачок, салат, брюссельская капуста, белокачанная капуста, цветная капуста, капуста брокколи, редиска, укроп, морковь, картофель, кукуруза, чай, кофе, ананас, банан, артишок, овёс, спаржа, перец, корица, фасоль?

2. Литораль — это полоса между морем и сушей, которая обнажается в отлив и заливается в прилив. С какими особыми трудностями сталкиваются обитающиё там животные и какие приспособления могут использоваться для преодоления этих трудностей?

3. Как вы думаете, почему многие насекомые ночью слетаются к зажжённой лампе? Ведь такое поведение часто приводит их к гибели.

4. Какие животные умеют делать нити и для чего они их используют?

Иллюстрация к вопросу № 3 конкурса по биологии.

5. Предложите меню обеда, составленное таким образом, чтобы для его приготовления было использовано максимальное количество систематических групп живых организмов.

6. Известно, что наземные животные очень быстро замерзают в холодной воде северных морей. Как вы думаете, что позволяет морским теплокровным (китам, тюленям, пингвинам) находиться в холодной воде длительное время или постоянно?

7. В организме большинства животных имеется морфологически оформленная выделительная система, функция которой — удаление продуктов жизнедеятельности клеток. У растений такой системы органов нет. Как же они решают проблему выделения отходов?

8. Как пчёлам удаётся построить математически правильные шестиугольные ячейки сот?

9. Какие из перечисленных органов являются гомологичными по своему строению и происхождению, а какие — аналогичными? Рассортируйте их по группам.

Крыло голубя, крыло бабочки, плавник летающей рыбы, лапа кошки, крыло летучей мыши, крыло стрекозы, лапка таракана, нога улитки, лапка сороконожки, усик рака, ножка рака, амбулакральная ножка морской звезды.

Ответы на вопросы конкурса по биологии

Вопрос 1. *Какие морфологические части мы едим у следующих растений: кабачок, салат, брюссельская капуста, белокачанная капуста, цветная капуста, капуста брокколи, редиска, укроп, морковь, картофель, кукуруза, чай, кофе, ананас, банан, артишок, овёс, спаржа, перец, корица, фасоль*?

У кабачка, банана, перца, кукурузы и овса в пищу употребляют плоды. Можно также есть плоды фасоли, но у этого растения чаще едят семена.

У редиски и моркови едят корни, а у картофеля — видоизмененные подземные побеги.

Листья и вегетативные побеги употребляют в пищу у укропа, чая, салата.

У спаржи обычно едят молодые побеги, а у брюссельской и белокочанной капусты в пищу идут вегетативные почки. А вот у цветной капусты и капусты брокколи едят соцветия с нераспустившимися бутонами.

Кофе заваривают из обжаренных и перемолотых семян кофейного дерева, а душистая приправа корица получается из коры соответствующего дерева.

Сложнее всего обстоят дела с ананасом — его вкусный „плод“ представляет собой на самом деле соплодие, к которому приросли ветки соцветия и прицветные листья.

И, наконец, артишок — растение, мало кому в нашей стране знакомое. Его выращивают и едят в более теплых странах Европы, особенно в Италии и во

Франции. Оно похоже на знакомые нам бодяк и чертополох, а в пищу в нем употребляют сочное ложе и обертку нераскрывшихся соцветий — корзинок.

Вопрос 2. *Литораль — это полоса между морем и сушей, которая обнажается в отлив и заливается в прилив. С какими особыми трудностями сталкиваются обитающиё там животные и какие приспособления могут использоваться для преодоления этих трудностей?*

Организмы, обитающие на литорали, должны быть приспособлены к очень широкому диапазону изменений таких условий среды как температура, солёность, влажность.

Самое важное приспособление заключается в том, что обитатели литорали нетребовательны к температуре, солёности и могут переносить непродолжительное осушение.

Есть и специальные приспособления. Многим обитателям литорали помогают защититься от высушивания раковины и домики с плотно закрывающимися крышечками. Они есть у литоральных моллюсков: литорин, мидий и др.; ракообразных — балянусов. Створки мидий и крышечки раковин литорин закрываются так плотно, что в сухом виде их можно живыми пересылать по почте (литературные данные). Балянусы не так выносливы, но благодаря своему домику со створками за несколько часов отлива не высыхают и они. Плотные хитиновые покровы помогают сохранять воду литоральным бокоплавам, у их собратьев, обитающих на глубинах, панцирь далеко не всегда так прочен.

Плотно закрывающиеся домики не дают проникать внутрь пресной воде, это позволяет литоральным организмам поселяться в устьях рек, озёр, впадающих в море. Свои створки они открывают в прилив, зато в отлив не так сильны перепады температуры и высушивающая сила солнца и ветра.

Очень важны поведенческие приспособления. Обитатели литорали стараются не оставаться на открытых участках, они прячутся под камни (там всегда остаются лужицы воды), водоросли, закапываются в песок. Некоторые выбирают „особые места“: небольшие ракообразные йеры живут в скоплениях нитчатых водорослей. Их они едят, они же и защищают от высыхания. Тот же способ защиты используют многочисленные олигохеты (малощетинковые черви), живущие в песке под штормовыми выбросами.

В верхней части литорали, где нет водорослей, живёт один из видов литорин; этому моллюску приходится переносить самые экстремальные условия. Этот вид размножается живорождением.

Природа позаботилась и о внешнем виде обитателей литорали. Все живущие открыто виды окрашены под цвет камней, тут отсутствуют светлые хорошо заметные на камнях животные (балянусы не идут в счёт, они крепко прикреплены к камням, сидят плотно друг к другу).

Вопрос 3. *Как вы думаете, почему многие насекомые ночью слетаются к зажжённой лампе? Ведь такое поведение часто приводит их к гибели.*

Свет может привлекать не только насекомых. Например, птицы в массе иногда прилетают во время их сезонных миграций на свет маяков. Рыбу-сайру

вылавливают сетями, привлекая её туда с помощью мощных источников света. Следовательно, это общебиологическое явление.

На свет летят представители почти всех отрядов насекомых с самым различным образом жизни. В основном это насекомые, активные в сумерках и ночью, но иногда у источника света оказываются и типично дневные формы. Прилёт дневных насекомых ночью объясняется тем, что они оставались у источника света с вечера или кто-то их побеспокоил. В принципе же лёт на свет не ограничен только ночным временем. На свет лампы, дающей УФ излучение, прилетает много мелких дневных насекомых. Следовательно, насекомые, если они активны, реагируют одинаково на источник искусственного света, независимо от их образа жизни.

Объяснение лёта насекомых на свет должно учитывать следующие факты:

1) лёт на свет насекомых с очень разнообразной экологией;
2) траектория полёта насекомого поблизости от источника света обычно представляет собой сложную ломаную кривую;
3) поблизости от источника света у насекомого часто нарушается координация движений и оно иногда падает на землю;
4) насекомое привлекается не только точечным источником света, но и освещённым экраном;
5) насекомые не летят в сторону Луны или Солнца, хотя возможен лёт насекомых в сторону утренней зари;
6) особенно высока для некоторых насекомых привлекательность УФ излучения;
7) насекомое через некоторое время после прилета к лампе может покинуть освещённую зону;

Известен ряд гипотез, объясняющих лет на свет.

Ж. Леб (1924 год). Обращает внимание на связь тонуса конечностей и потока света, падающего на глаза. Было показано с помощью экспериментов, что освещение левого глаза увеличивает тонус мышц с правой стороны и наоборот. Соответственно, увеличение тонуса приводит к более энергичной работе мускулатуры с неосвещенной стороны, в результате чего насекомое поворачивается к свету.

Однако лебовский механизм недостаточен, чтобы объяснить привлечение насекомых светом. Он не позволяет понять, ни почему насекомое, прилетевшее к источнику света, потом может покинуть освещенную зону, ни особую привлекательность УФ излучения, чувствительность глаза насекомого к которому не так уж высока, ни почему насекомые, летающие в природе под разными углами к лучам Солнца и Луны, не поворачиваются к ним, как должно было бы быть по гипотезе Леба.

В. Будденброк (1917 год). Известно, что у насекомых можно наблюдать менотаксис, т. е. движение под определённым углом к лучам света (насекомым это легко осуществить, сохраняя изображение источника света в определенном оматидии глаза или в их группе). Очевидно, что если насекомое движется, ориентируясь при этом по лучам Солнца или Луны, которые можно считать параллельными друг другу, то его курс является прямой линией. Однако при

попытке сохранить постоянный угол по отношению к радиально расходящимся лучам света, его курс превращается в логарифмическую спираль (причем появление случайных отклонений и поворотов не меняет окончательного итога).

С этой точки зрения трудно объяснить привлечение насекомых не точечным источником, а большим освещённым экраном, почему прилетевшее насекомое может потом улететь от света, а так же особую привлекательность УФ излучения. К тому же менотаксическая ориентация к лучам Солнца и Луны возникает лишь в особых случаях. Обычно в природе насекомые используют разнообразные наземные ориентиры, обследуют привлекающие их предметы, а их курс представляет собой сложную и довольно беспорядочную кривую.

Г. А. Мазохин—Поршняков (1960 год). Свет является универсальным и наиболее надежным индикатором открытого пространства. Здесь особую роль играет УФ излучение, которое практически не отражается наземными предметами, за исключением водной поверхности. Действительно, случайно залетевшие в комнату дневные или ночные насекомые бьются в стекла окон, пытаясь выйти из замкнутого пространства. Ночью на освещенном экране насекомые ведут себя подобным же образом. Попадая ночью в луч света, насекомое воспринимает окружающую его темноту как замкнутое пространство и, стремясь вырваться, летит к свету.

С этой точки зрения, однако, трудно объяснить, как насекомое, уже прилетевшее к лампе, может опять улететь от нее, почему не происходит подобных нарушений поведения под влиянием лунного света. Кроме того, далеко не все особи одного вида, попадая в освещенное пространство, как-то изменяют свое поведение.

Наиболее вероятно, что лет насекомых на свет представляет собой *сложное многоступенчатое явление*, причём на каждой ступени действуют свои механизмы.

Первый этап. Очевидно, что насекомые в поисках благоприятной для него освещенности ориентируется по градиенту света. Для насекомого, выходящего из укрытия, свет является надежным индикатором выхода в открытое пространство. После выхода в зону с благоприятной освещённостью насекомое питается, ищет полового партнера, место для откладки яиц и т. д. Однако если оно мигрирует, для него более экономичен прямолинейный курс, который легко поддерживать способом, о котором говорилось выше (сохраняя угол к лучам света). Мигрирующее насекомое может избрать в качестве ориентира искусственный источник света. Тогда оно неизбежно должно приблизиться к нему, причем на достаточном расстоянии от лампы его курс будет относительно близок к прямолинейному и начнет резко искривляться только при приближение к лампе (гипотеза Будденброка). Как Солнце, так и ночное небо являются источниками УФ излучения, поэтому наиболее вероятно, что в качестве ориентира будет избран источник излучающий ультрафиолет.

Второй этап начинается при приближение насекомого на расстояние 30–10 м к источнику света. Если насекомое использует в качестве ориентира естественный источник света (Солнце, Луну), то при движение в его сторону его ин-

тенсивность не меняется. При движение же к искусственному источнику освещённость резко возрастает (особенно на близком расстояние от лампы). Резко увеличивающаяся интенсивность света буквально ослепляет насекомое (нарушается ориентация и координация движений, иногда из-за нервного шока насекомое падает на землю). Однако насекомое продолжает стремиться к свету по следующей причине.

При бегстве от любого раздражающего воздействия насекомые используют свет в качестве индикатора выхода в открытое пространство. Однако в данном случае, чем ближе насекомое к свету, тем больше раздражающее воздействие последнего. Возможно, что поворот от лампы для приближающегося насекомого затруднителен тем, что передние омматидии глаза начинают раньше адаптироваться к свету. Тогда то, что находится позади будет восприниматься, как замкнутое пространство и будет усиливать движение насекомого в сторону света.

В принципе, такая реакция может наблюдаться и при неожиданном попадание насекомого в яркий солнечный свет. Однако для солнечного света в земных пределах величина освещенности не меняется при „приближение“ к Солнцу. Поэтому у насекомого, движущегося в ярком солнечном свете, подобная реакция не наблюдается, так как его глаза быстро адаптируются к свету. Не исключено, что поблизости от лампы реализуется лебовский механизм движения.

Третий этап. Этот этап начинается, если насекомое приблизилось почти вплотную к лампе и при этом не сгорело или не погибло по какой-либо другой причине. Пока оно бьется вокруг лампы, пытаясь выйти в „открытое пространство“, его глаза постепенно адаптируются к свету и общее возбуждение спадает. Нередко ночное насекомое воспринимает искусственное освещение, как наступление дня и принимает поблизости от него позу, характерную для дневного покоя или вообще улетает прочь.

Литература: В. Б. Чернышев (каф. энтомологии) „Экология насекомых“, изд-во МГУ, 1996 год.

Вопрос 4. *Какие животные умеют делать нити и для чего они их используют?*

Наиболее известными животными, которые делают нити, являются пауки. Каждому приходилось видеть паутину. Однако далеко не все знают, что пауки используют паутину в очень разнообразных целях. Кроме всем известных ловчих сетей, служащих для ловли мелких организмов, которыми паук питается, существуют и другие ловушки (трубки, мешки, ямки и т. п.). Паутина ещё может использоваться для строительства или выстилки гнезда, для сооружения кокона, в который самка откладывает яйца. Довольно часто она служит для перемещения в пространстве — паук может спускаться и подниматься по нити, а иногда даже перелетать на значительное расстояние, держась за паутинную нить. Можно также считать, что паутина работает как сигнальная система, которая используется как при ловле добычи, так и в брачных играх пауков.

Не менее известными производителями нитей являются гусеницы многих бабочек, они строят из нитей свой кокон, в котором происходит превращение

из личинки во взрослое насекомое. Самым знаменитым представителем этой группы является тутовый шелкопряд.

Однако использование нитей для строительства убежищ или коконов свойственно и другим членистоногим. Например, паутинистый клещ использует нити в качестве укрытия.

Среди представителей других групп организмов следует отметить моллюсков, которые могут использовать нити для прикрепления к грунту — это так называемые биссусные нити.

Все вышеописанные животные сами выделяют материал, из которого получаются нити. Однако некоторые птицы способны делать нити из природного материала. Славка-портниха умеет свивать короткие нити из растительного пуха и паутины, а длиннохвостая портниха использует для этого волокна хлопка, нити шелкопряда, шерсть и опять же паутину. Полученными нитями эти птицы сшивают листья при строительстве гнезда. А вот ткачики, чьё название кажется тоже подходит для такой работы, сами нитей не делают, а используют для строительства гнёзд стебли травы.

Вопрос 5. *Предложите меню обеда, составленное таким образом, чтобы для его приготовления было использовано максимальное количество систематических групп живых организмов.*

Этот вопрос предполагает бесчисленное количество вариантов ответа, среди которых не может быть единственно правильного. Важно только помнить, что требуется привести именно меню (т. е. список блюд, и желательно реальных, а не фантастических), а не просто перечислить съедобных организмов. При этом, даже оставаясь в рамках Европейской кухни, можно охватить весьма значительное разнообразие.

Так среди растений мы употребляем в пищу не только цветковые, но и голосеменные (кедровые орешки), и папоротникообразные (побеги папоротника-орляка), и бурую водоросль морскую капусту. А из красных водорослей получают агар-агар, который используют при изготовлении мармеладов и желе.

Среди грибов мы едим не только шляпочные аскомицеты и базидиомицеты, но и дрожжи (в пирогах, пиве и др.), и плесени — в составе сыров.

Среди съедобных бактерий наиболее известны молочнокислые бактерии и бифидобактерии.

Разнообразие же съедобных животных даже трудно охватить — это и кольчатые черви (любимый итальянцами червь паголо), и моллюски (устрицы, кальмары и др.), и членистоногие (омары, лангусты, креветки, крабы,. . .) и, конечно же, хордовые (от круглоротых миног до млекопитающих).

Все эти существа действительно употребляются в пищу, так что нет необходимости выдумывать несуществующее рагу из задних лапок таракана или паштет из змеиных языков.

Вопрос 6. *Известно, что наземные животные очень быстро замерзают в холодной воде северных морей. Как вы думаете, что позволяет морским теплокровным (китам, тюленям, пингвинам) находиться в холодной воде длительное время или постоянно?*

Общее для всех морских теплокровных животных — это наличие большого слоя подкожного жира. Он является прекрасным теплоизолятором, т. е. снижает до минимума потери тепла через кожу. Толщина такого слоя относительно размеров тела, как правило, зависит от того, сколько времени животное проводит в воде в течение жизни. Следовательно, он увеличивается от пингвинов к тюленям и от тюленей к китам. Немаловажную роль в сохранении тепла играют большие размеры животных и обтекаемая форма тела, за счёт которой уменьшается энергия, затрачиваемая на движение в воде. Для таких животных характерна шерсть (или перья), минимально пропускающая воду.

У ластоногих и китообразных можно выделить некоторые особенности. У тех и у других укорочены плечо и бедро относительно предплечья и голени и удлинены кисть и ступня. Это связано с усовершенствованием системы кровообращения, которая в кисти и ластах действует по принципу противотока. Артериальные стволы оплетены венозными сосудами, в результате чего артериальная кровь, охлаждаясь в ластах, на которых жировая прослойка почти отсутствует, отдает тепло венозной крови, которая уходит обратно в тело. Такая система предохраняет животных как от охлаждения в северных широтах, так и от перегрева в южных. Немалую роль играет калорийная пища и молоко у кормящих самок.

Вопрос 7. *В организме большинства животных имеется морфологически оформленная выделительная система, функция которой — удаление продуктов жизнедеятельности клеток. У растений такой системы органов нет. Как же они решают проблему выделения отходов*?

Растения, как и все живые организмы, разумеется, нуждаются в выведении продуктов обмена. В растительных клетках нередко имеются вакуоли, в которых заключены некоторые „отходы“. Затем растительные клетки способны выводить продукты обмена в толстые межклетники. В деревьях продукты обмена накапливаются в отмирающих частях ствола. Каждую осень отходы отторгаются с массой листвы. Периодически отмирают все наземные части у некоторых многолетних растений.

Газообмен у растений носит более сложный характер, чем в животных организмах. Растения, как и животные, постоянно выводят углекислый газ (конечный продукт дыхания), но ещё и кислород, который образуется как конечный продукт фотосинтеза.

Вопрос 8. *Как пчёлам удаётся построить математически правильные шестиугольные ячейки сот*?

Каким образом пчела создаёт свои ячейки, вымеряет их, подгоняет углы с точностью до нескольких градусов, выравнивает и отшлифовывает стенки, делая их поразительно тонкими, понятно далеко не полностью. В отличие от ос пчёлы не могут строить соты в одиночку, и не просто потому, что одни особи секретируют воск, другие эмульгируют его и помещают на края ячеек, а третьи придают ему нужную форму и полируют, но ещё и потому, что строители ячеек подгоняют расстояние по-разному в зависимости от того, какого типа ячейку

они строят (для выращивания рабочей особи или трутня), и оставляют между сотами такое пространство, чтобы пчёлы могли перемещаться в нём и имели доступ к ячейкам.

На строительство сот влияет несколько факторов. Во-первых, размер пчелы: соты должны быть такими, чтобы пчёлы имели свободный доступ к ним (как между сотами, так и внутрь ячейки). Во-вторых, количество израсходованного материала и число ячеек в соте (ячейки упакованы как можно плотнее). В пчеловодстве, как правило, используется специальная заготовка для сот — вощина. Она уже содержит правильные шестиугольные основания сот, а пчёлам необходимо достроить стенки ячеек. У диких пчёл (которым, понятно, никто никакой вощины никогда не подкладывает) соты не всегда параллельны: они могут искривляться, но пчёлы все равно стараются заполнить пространство так, чтобы оставался минимальный проход, достаточный для передвижения. Пчёлы, оказавшись в трудном положении (например, в ульях, сделанных человеком, когда вощина вставлена неправильно), разрушают ячейки, строят их и перестраивают по-своему.

На усиках и на мандибулах (верхних челюстях) у пчёл имеются органы чувств, которые, вероятно, используются в процессе утончения стенки; если отрезать кончики усиков, то хотя рабочие пчелы всё ещё сохраняют способность строить правильно ориентированные ячейки, стенки этих ячеек будут двойными, причём промежуток будет заполнен комочками необработанного воска. Важную роль в чувстве равновесия играют поля щетинок на шее пчелы, и если пчела лишена возможности свободно пользоваться ими, она не в состояние даже начать строительство. Что же касается усиков, то без них пчела может обойтись, хотя они, возможно, используются для измерений расстояний и углов.

Следует отметить, что изнутри ячейки очень часто вовсе не „математически правильные шестиугольники“, их форма может приближаться к округлой.

Литература: Брайен М. „Общественные насекомые: экология и поведение“, Москва, изд-во „Мир“, 1986 год.

Вопрос 9. *Какие из перечисленных органов являются гомологичными по своему строению и происхождению, а какие — аналогичными? Рассортируйте их по группам.*

> *Крыло голубя, крыло бабочки, плавник летающей рыбы, лапа кошки, крыло летучей мыши, крыло стрекозы, лапка таракана, нога улитки, лапка сороконожки, усик рака, ножка рака, амбулакральная ножка морской звезды.*

Прежде всего, следует понять, что такое гомологичные и аналогичные органы. К гомологичным органам следует отнести органы сходные по своему происхождению. Из перечисленных это:

1 группа: крыло голубя, лапа кошки, крыло летучей мыши, плавник летающей рыбы.

2 группа: крыло бабочки и крыло стрекозы.

3 группа: лапа таракана, лапка сороконожки, усик рака и ножка рака.

Иллюстрация к вопросу №1 конкурса по истории.

Аналогичные органы — это органы различные по происхождению, но несущие на себе одну и ту же функцию. Здесь это:
1 группа: (функция полета) крылья позвоночных и насекомых.
2 группа: (функция хождения) конечности позвоночных (лапа кошки) и конечности членистоногих.

Амбулакральная ножка морской звезды и нога улитки не входят ни в один список, так как из выше перечисленных органов для них нет гомолога и аналога.

КОНКУРС ПО ИСТОРИИ

Автор заданий и решений — Сергей Георгиевич Смирнов, ведущий научный сотрудник ИИО РАО.

Вопросы и задания

1. Серп и молот в гербе СССР были символами священного труда. Какие символы играли ту же роль в Древнем Египте?

2. Составьте краткую биографию (или автобиографию) одного из участников Троянской войны.

3. Перечислите нескольких врагов Юлия Цезаря. Каковы были причины вражды? Чем она завершилась?

4. Представители каких народов были в числе **дедов** известных российских правителей? Назовите имена этих дедов и внуков.

5. Сравните успехи и неудачи двух германских королей по имени „Фридрих 2“ — в области войны, дипломатии, политики и науки. Кого из них вы считаете более талантливым или более удачливым — и почему?

6. В 12–14 веках Новгород был самым богатым, многолюдным и политически развитым городом Руси. Однако новгородцы не стремились объединить всю Русь под своей властью. Как это можно объяснить?

7. Выберите из списка географических названий те, которые соответствуют важным событиям — и объедините эти события в причинно связанные цепочки (чем меньше цепочек, чем они длиннее и разветвлённее — тем лучше). Дайте краткие объяснения найденных вами связей.

Барнет, Босворт, Вена, Ведроша, Виттенберг, Вормс, Гранада, Исфахан, Кабо Торментозо, Каир, Кале, Канада, Круя, Куба, Куско, Малабар, Малага, Мариньяно, Мехико, Милан, Мюльхаузен, Нанси, Павия, Смоленск, Солдайя, Тарент, Таутон, Тула, Угра, Чальдиран, Шелонь.

8. Составьте диалог-спор между Суворовым и Бонапартом о принципах военного искусства. Дата спора — весна 1800 года.

9. Назовите деятелей российской истории, носивших псевдонимы:

Андрей, Борода, Грач, Гусь, Дау, Дора, Камо, Кентавр, Коба, Малино, Минога, Пёс, Рамзай, Серго, Старик, Фриц.

Чем известны эти люди?

10. Назовите 10 первых маршалов Советского Союза. Когда и за что они получили это звание? Чем закончились их биографии?

11. Перечислите 10 важнейших событий 20 века: по одному из каждого десятилетия. Какие из этих событий можно было предсказать хотя бы за 10 лет до их наступления?

12. Осман, Али, Абд-аль-Малик, Валид, Сулейман, Хишам, Марван, Мансур.

Когда жили и чем прославились эти люди? Кто в этом списке лишний? Кого не хватает?

13. Найдите исторические ошибки в тексте.

Ломоносов
(текст с ошибками)

„Велика сердцу скорбь лишиться чтенья книг!“ — каждое утро Михаил Власьевич огорченно повторял эти слова. Конечно, старость — не радость; но ведь в 60 лет он ещё крепок здоровьем и метко стреляет из ружья! А вот чтение

книг и писание их сделались непосильны: ни одной буквы не различишь! То же самое — с микроскопом: прощай, былые опыты с дивными зверушками, процветающими в капле воды из грязной лужи!

Он едва успел разобраться к строении древесины; различил странные клетки красного цвета в человеческой крови — и задумался о причинах такого сходства. Не произошло ли дерево из множества одноклеточных растений, сросшихся воедино — наподобие морского коралла? Не является ли солёная кровь человека наследием далёких времён, когда живые существа обитали только в море — и мельчайшие из них приспособились жить внутри больших, снабжая их кислородом, а за это питаясь произведёнными белками? Увы — ни одну из этих гипотез академик Ломоносов не сможет проверить своеручным опытом! А чужими руками хорошую работу не сделаешь. . . Неужели оборвалась его научная карьера?

Нет, стыдно так рассуждать! Вон — его достойный друг Леопольд Эйлер не унывает в ещё худшей горести: ведь он совсем ослеп! Но Эйлер — математик; он открывает новые теоремы вслепую, а потом диктует их ученикам. Ломоносов же от века был экспериментатор: инженер, химик, физик и биолог в одном лице. Не он ли первый разложил воду на кислород и водород с помощью электробатареи — через год после того, как славный Луиджи Гальвани в Париже изобрёл это простое чудо? Не он ли дерзко вызвал на себя удар молнии — когда запустил в грозу воздушного змея, соединив его проводом с лейденской банкой? Старый друг Фридрих Вольф погиб в тот роковой день — светлая ему память!

Ломоносов тогда чудом уцелел — а потом изобрёл громоотвод и решил, что впредь не станет рисковать чужой жизнью ради новых истин. Оттого он отклонил просьбу светлейшего князя Георгия Потёмкина: создать для русской армии бездымный порох. Всесильный фаворит обиделся на академика — и не отпустил Ломоносова в Москву, преподавать в любезном его сердцу университете. . . Не беда: в Москву поехали Рихман, Котельников, Магницкий, Адодуров и другие птенцы гнезда Ломоносова.

Сам же Михайло занялся опровержением давних заблуждений европейских химиков: Бойля, Кевендиша, Пристли и других. Как им невдомёк, что нет в Природе ни „теплорода“, ни „флогистона“? Есть лишь вольное и быстрое кружение атомов в пустоте — да ещё валентность атомов, располагающая их к соединению в молекулы! Вот только не удаётся точно измерить количество энергии, выделяемое одним фунтом любого вещества (хотя бы угля) при сгорании! Увы — эту задачу придётся оставить юным и зорким очам будущих студентов.

Что же делать самому Ломоносову? Не заняться ли дальнозоркому старцу астрономией? Если он (как прежде — славный Кеплер) смолоду различает фазы Венеры простым глазом — авось, в телескоп он увидит нечто совсем новое! Например, кольцо Сатурна: как оно устроено, и откуда появилось? Или кометы, никогда не возвращающиеся точно в срок: что тормозит или ускоряет их полёт? Не притяжение ли больших планет — Юпитера, Сатурна и Урана? Впрочем, эта задача скорее во вкусе Эйлера: он наверняка рассчитает по наблюдениям массы всех планет — включая Землю! У Ломоносова же давний интерес к кометам. Не

прячутся ли среди них ещё неведомые планеты — возможно, столь же крупные, как Земля?

Так стареющий Ломоносов в очередной раз сменил научную специальность. Став астрономом, он обнаружил атмосферу Венеры; он первый заметил крохотные спутники Марса, а в 1773 году различил среди комет слабую звёздочку без хвоста, но с заметным диском — новую планету, получившую имя Нептун. Между делом, совершенствуя линзовый телескоп, Ломоносов изобрёл очки, подходящие для дальнозорких людей — в том числе для самого себя. Так учёный старик вернул себе заветное благо: чтение книг.

Обрадованный Ломоносов изложил на бумаге давно волновавшие его соображения о развитии наук в России. Петербургская Академия напечатала этот труд в юбилейном сборнике, посвящённом столетию Полтавской баталии. Тогда Ломоносов преподнёс Академии прощальный дар: стеклянную мозаику с изображением славной победы россиян над немцами, которая украсила роскошное здание при впадении Охты в Неву.

Уйдя в отставку в 70 лет, неукротимый старец посвятил остаток жизни увлечению своей юности. В рабочие часы он составил Учебник Российской Истории для гимназистов, а на досуге сочинил весёлый свод правил жизни при дворе: „Всеобщую Придворную Грамматику“, которую со смехом прочла и одобрила царица Екатерина Вторая. Она распорядилась поставить Ломоносову скромный памятник возле домика Петра 1 — на берегу Невы, рядом с „Домом Академиков“, где он стоит поныне.

Решения задач конкурса по истории

Из общего числа участников турнира (2637 — только Москва) в конкурсе по истории участвовало 439 человек — заметно больше, чем в прошлом году. Но это не сказалось на среднем качестве работ: число премий составило 17 (было 15), число похвальных отзывов — 60 (было 56). Напротив, число „умеренно слабых“ работ возросло в 1,5 раза: с 90 до 135. Причина такой разницы ясна: среди 12 задач нашлись 3 сравнительно лёгких (2, 6, 11), по которым каждый школьник может иметь своё суждение.

Более трудные задачи — 3, 4, 10 — проверяют наличие у школьников исторической культуры или хотя бы значительной эрудиции.

Специально для эрудитов были предложены четыре задачи повышенной трудности — 5, 7, 9 и 12.

1. *Серп и молот в гербе СССР были символами священного труда. Какие символы играли ту же роль в Древнем Египте?*

В торжественных случаях фараон держал в руках символ скотоводства (пастушеский посох с большим крюком) и символ земледелия (молотильный цеп, похожий на плеть).

На этот вопрос не смог ответить ни один школьник старше 7 класса! Очевидно, подростки не верят своей зрительной памяти; только дети помнят, какие предметы держит в руках фараон на парадном портрете. Пастуший посох

и цеп — эти орудия связывали владыку Египта с Чёрной Землёй, над которой он властвовал. Наилучшее решение этой задачи предложил Станислав Федотов из 7 класса 1199 школы.

2. *Составьте краткую биографию (или автобиографию) одного из участников Троянской войны.*

Казалось бы, легко сочинить биографию одного из героев Троянской войны. Кто же их не знает: Ахилла и Агамемнона, Гектора и Париса, Одиссея и Энея! Но чтобы создать **оригинальную** биографию, нужно выбрать более свежий сюжет: к сожалению, это не удалось никому из участников турнира. Так, не было предложено биографий **богов** — разжигателей и активных участников войны между греками. Никто не дерзнул сочинить мемуар об этой войне от имени невезучей пророчицы Кассандры или страдальца Приама.

3. *Перечислите нескольких врагов Юлия Цезаря. Каковы были причины вражды? Чем она завершилась?*

В юности врагом Цезаря был диктатор Сулла. Он пощадил Цезаря, по просьбе жрецов — но Цезарю пришлось скрываться вдали от Рима, пока Сулла не умер. Соперником Цезаря на пути к власти был Марк Бибул — его коллега в должностях эдила и консула. Бибул умер от огорчения в пору Гражданской войны, не сумев разбить флот Цезаря. Непримиримым врагом Цезаря был республиканец Марк Катон: он покончил с собой после разгрома Цезарем помпеянцев в Африке. Гней Помпей стал врагом Цезаря, когда тот начал соперничать с ним за первенство в Риме. Помпей был разбит Цезарем при Фарсале, а потом убит в Египте. Главные враги Цезаря при покорении Галлии — германец Ариовист и галл Верцингеториг — были побеждены Цезарем и погибли. Лучший соратник Цезаря в Галльской войне — Тит Лабиен перешёл на сторону Помпея из зависти к успехам Цезаря. Лабиен погиб в последней битве республиканцев против Цезаря — при Мунде. Сподвижник Помпея — Гай Кассий был помилован Цезарем. Но потом он организовал заговор против Цезаря, завершившийся убийством диктатора. Позднее Кассий и Брут погибли в войне против наследника Цезаря — Октавиана.

Такие задания чётко отделяют „знаек“ от „полузнаек“. Первые уверенно перечисляли до десятка исторических персон. Сулла и Помпей, Брут и Кассий, Катон Младший и Цицерон, Верцингеториг и Фарнак — все они по разным причинам вставали поперёк пути Цезаря, с разными последствиями для него и для себя. Школьники-знатоки приводили краткие биографии этих деятелей и вспоминали более экзотичных людей: нумидийского царя Юбу и римского трибуна Куриона, а также консула Марка Бибула и полководца Тита Лабиена — сподвижников Цезаря, которые восстали, не выдержав давления его сокрушающей личности. Лучшую коллекцию противников Цезаря собрала Лена Кирьянова, ученица 10 класса 57 школы. Спасибо ей!

Но шедевры полузнаек тоже достойны размышления. Очень многие школьники причислили к врагам Цезаря Марка Красса — раз он был членом известного триумвирата. Это несправедливо: напротив, богач Красс щедро финансировал разные предприятия молодого Цезаря и пожал плоды своих инвестиций в конце жизни — когда Цезарь сумел помирить Красса с Помпеем. Лишь случайная

гибель Красса в Парфии столкнула Цезаря с Помпеем на опустевшей римской сцене.

Столь же несправедливо врагами Цезаря называли Спартака, Катилину — и даже Марка Антония, который сперва отомстил убийцам своего друга и начальника, а потом женился на его вдове Клеопатре. В подавлении восстания Спартака Цезарь не участвовал, а бунтаря Катилину он и Красс тайно поддерживали — заслужив этим ненависть Цицерона и Катона.

4. *Представители каких народов были в числе* **дедов** *известных российских правителей? Назовите имена этих дедов и внуков.*

Дед князя Святослава 1 — варяжский конунг Рюрик. Дед двух сыновей князя Владимира (святые Борис и Глеб) — император Византии Роман 3. Тестем Ярослава Мудрого и дедом всех его сыновей был конунг Норвегии Олаф. Дедом Владимира Мономаха был император Константин 8 Мономах. Дедом старших сыновей Владимира Мономаха был отец его первой жены Гиты — король Англии Гарольд Саксонец. Дедом старших сыновей Даниила Галицкого был его первый тесть — половецкий хан Котян. Дедом младших сыновей Даниила был его второй тесть — брат литовского князя Миндовга. Дедом Александра Невского был осетинский князь. Дедом ярославских князей 14 века был тесть князя Фёдора Чёрного — монгольский хан Менгу Тимур. Все предки Екатерины 2 были немцы.

Приятно отметить, что в этой задаче очень немногие школьники увлеклись туманной генеалогией лидеров 20 века: Ленина и Сталина, Николая 2 и Хрущёва. Более мудрые ученики предпочли вспомнить предков русских князей: варягов и литовцев, византийцев и норвежцев, половцев и монголов. К сожалению, немногие довели эту идею до конца, назвав по именам конкретных дедов и внуков: Константина 9 Мономаха и Владимира 2 Мономаха, Витовта Литовского и Василия 2 Московского, Гарольда Саксонца и Мстислава Великого, хана Аепу и хорошо известного Игоря Святославича. А уж отца Екатерины 2 никто не смог назвать по имени — только по фамилии (Анхальт—Цербст). И на том спасибо. . .

5. *Сравните успехи и неудачи двух германских королей по имени „Фридрих 2“ — в области войны, дипломатии, политики и науки. Кого из них вы считаете более талантливым или более удачливым — и почему?*

Император Фридрих 2 Штауфен (1194–1250) был очень талантлив как полководец, дипломат, администратор, естествоиспытатель и лингвист. Но он не был удачлив — поскольку боролся за власть с римскими папами, авторитет которых среди католиков был неискореним. Король Пруссии Фридрих 2 Гогенцоллерн (1715–1786) был столь же разносторонне талантлив — и удачлив, пока оставался в рамках Западной Европы. Но как только он столкнулся с Россией — удачи оборвались, и он кончил жизнь вассалом Екатерины 2 (которую сам же послал в Россию).

Многие школьники не поверили, что в Германии могли быть два короля с одинаковыми именами и номерами — но из разных династий (Штауфены и Гогенцоллерны). В итоге одни участники писали о Фридрихе 2 Прусском (18 век),

другие безуспешно сравнивали его с Фридрихом 1 Барбароссой (12 век). Только два эрудита: Максим Корольков из 10 класса 1514 гимназии и Самуил Вольфсон из 11 класса 57 школы — успешно сравнили самого удивительного из средневековых германских императоров (Фридриха 2 Штауфена) и его тёзку — самого талантливого и просвещённого короля Пруссии.

6. *В 12–14 веках Новгород был самым богатым, многолюдным и политически развитым городом Руси. Однако новгородцы не стремились объединить всю Русь под своей властью. Как это можно объяснить?*

Экономические связи новгородцев с Западной Европой склоняли их к экспансии в Прибалтику и на Урал (за сырьём); подчинение южных русских городов было им не нужно, достаточно было торговать с ними. Вдобавок, Западная Русь была в 14 веке под контролем Литвы, а Восточная Русь — под контролем Орды: война с этими великими державами разорила бы Новгород. К тому же, успехи Москвы в объединении Руси были оплачены ростом власти князя над москвичами: такая перспектива не соблазняла вольных новгородцев.

7. *Выберите из списка географических названий те, которые соответствуют важным событиям — и объедините эти события в причинно связанные цепочки (чем меньше цепочек, чем они длиннее и разветвлённее — тем лучше). Дайте краткие объяснения найденных вами связей.*

Барнет, Босворт, Вена, Ведроша, Виттенберг, Вормс, Гранада, Исфахан, Кабо Торментозо, Каир, Кале, Канада, Круя, Куба, Куско, Малабар, Малага, Мариньяно, Мехико, Милан, Мюльхаузен, Нанси, Павия, Смоленск, Солдайя, Тарент, Таутон, Тула, Угра, Чальдиран, Шелонь.

Таутон (1471) — **Барнет** (1473) — **Босворт** (1485): важнейшие сражения Войны Роз в Англии.

Виттенберг (1517) — **Вормс** (1521) — **Мюльхаузен** (1525): основные этапы Реформации в Германии.

Малага (1487) — **Гранада** (1492) — **Куба** (1504) — **Мехико** (1521) — **Куско** (1534): основные этапы испанской Реконкисты и Конкисты.

Кабо Торментозо (= мыс Доброй Надежды) (1488) — **Малабар** (1498): этапы португальской Конкисты.

Солдайя (1475) — **Круя** (1480) — **Тарент** (1481) — **Чальдиран** (1514) — **Каир** (1517) — **Вена** (1529): этапы натиска Османов на Европу и Северную Африку.

Шелонь (1471) — **Угра** (1480) — **Ведроша** (1500) — **Смоленск** (1510): этапы расширения Московской державы на запад.

Нанси (1477) — **Кале** (1453) — **Мариньяно** (1515) — **Милан** (1520) — **Павия** (1525): этапы французской экспансии после Столетней войны.

Отгадывание исторических событий по местам, где они происходили — дело трудное даже для профессионала. Очень многие участники турнира запутались в задаче, потому что ошиблись в начальном диагнозе: какая **эпоха** имелась в виду? Вместо истинных хронологических рамок (рубеж 15–16 веков) школьники безуспешно пытались связать предложенные места во Франции, России, Италии и Египте с боевой карьерой Наполеона. Такой ошибки избежал Максим Корольков: он верно угадал эпоху и события, происходившие тогда в указанных

городах. Но Максиму не удалось объединить выявленные события в удачные смысловые цепочки. С этим делом справился Володя Садовский из 10 класса 152 школы.

Сначала он выделил города, входившие в империю Карла 5 Габсбурга; потом указал последовательность подчинения этих городов предками Карла или его полководцами. Вначале были Малага и Гранада (финал Реконкисты); потом начались завоевания в Америке (Куба, Мехико, Куско); одновременно шла война с Францией за Северную Италию (Милан, Павия).

К сожалению, никто не заметил остающиеся имперские города — Виттенберг, Мюльзаузен и Вормс: они связаны вместе деятельностью Лютера и других протестантов. Зато Садовский различил тройку английских городов, связанных Войною Роз: Барнет, Таутон и Босворт. Вероятно, тут подсказкой послужило хорошее знакомство с хрониками Шекспира.

Выделить „русскую тройку“ мест и событий: Шелонь — Угра — Смоленск смогли многие участники турнира. Но никто не сумел дополнить эту тройку до пятёрки, подключив реку Ведрошу (место победы войск Ивана 3 над литовцами, отдавшей Москве Чернигов) и город Тулу (где москвичам пришлось отражать набег татар вскоре после присоединения Смоленска).

Никто из участников турнира не сумел выстроить причинно связанную цепочку **турецких** побед и завоеваний в конце 15 века: Круя (захват Албании), Солдайя (оплот в Крыму), Тарент (десант в Италии). Эту цепь прервал переворот Исмаила Сефеви в Исфахане (1500 год): в тылу у турок возродился могучий враждебный Иран. Остановить персов турки сумели лишь в 1514 году при Чальдиране; после этого они захватили Каир (1517 год) и рванулись прямо на Вену. Там натиск турок иссяк в 1529 году — когда Кортес уже захватил Мексику, а Писарро ещё мечтал о покорении Перу.

8. *Составьте диалог-спор между Суворовым и Бонапартом о принципах военного искусства. Дата спора — весна 1800 года.*

Неожиданно коварной оказалась задача о Суворове и Бонапарте: составить их воображаемый диалог, отнесенный к 1800 году. Большинство школьников изобразили спор или даже **ссору** двух полководцев — не учитывая того, как высоко оценивал старый русский маршал молодого французского генерала. „Он — колдун! Чудо-богатырь! Широко шагает мальчик! Трудно его унять. . . Я почитаю Божьим наказанием, что не встречался с ним!“ — таковы оценки, звучавшие до 1799 года. Как изменилось мнение Суворова о Бонапарте, захватившем власть над Францией — этого мы не знаем; не подумали об этом и участники турнира.

Приятным исключением стала работа Олеси Деснянской из 10 класса 1199 школы. Она заметила, что взгляды обоих полководцев на принципы воспитания солдат и руководства войсками были очень близки; скорее всего, их встреча (не на поле боя) вылилась бы в дружескую беседу. Но записать такую беседу Олеся не решилась.

Другое изящное исключение — работа Стеллы Аслибекян из 1555 лингвистической гимназии. В ее тексте Наполеон говорит (и пишет) на хорошем французском языке; Суворов его отлично понимает. Насколько хорошо понимал Бонапарт русскую речь Суворова — не ясно.

9. *Назовите деятелей российской истории, носивших псевдонимы:*

Андрей, Борода, Грач, Гусь, Дау, Дора, Камо, Кентавр, Коба, Малино, Минога, Пёс, Рамзай, Серго, Старик, Фриц.

Чем известны эти люди?

Российские революционеры: Ленин („Старик“), Сталин („Коба“), Крупская („Минога“), Свердлов („Андрей“), Бауман („Грач“), Орджоникидзе („Серго“), Тер-Петросян („Камо“).

Российские разведчики и военачальники: Р. Я. Малиновский („Малино“), И. В. Батов („Фриц“), Рихард Зорге („Рамзай“), Шандор Радо („Дора“).

Российские ученые: математики П. С. Александров („Пёс“) и А. Н. Колмогоров („Гусь“), физики Л. Д. Ландау („Дау“), П. Л. Капица („Кентавр“) и И. В. Курчатов („Борода“).

10. *Назовите 10 первых маршалов Советского Союза. Когда и за что они получили это звание? Чем закончились их биографии?*

Маршалы 1935 года: Будённый, Блюхер, Ворошилов, Егоров, Тухачевский.

Маршалы 1940 года: Кулик, Тимошенко, Шапошников.

Маршалы 1943 года: Василевский, Жуков, Сталин.

В прошлом Егоров и Шапошников — полковники, а Тухачевский и Блюхер — младшие офицеры царской армии. Будённый, Ворошилов, Кулик и Тимошенко — командиры Первой Конной армии, известные Сталину по Гражданской войне. Тухачевский стал противником Сталина после неудачной попытки завоевать Польшу в 1920 г. Жуков и Василевский (солдаты царской армии, потом — младшие командиры Красной Армии) выделились талантом среди военачальников — выдвиженцев 1937 года. Блюхер, Егоров и Тухачевский были расстреляны Сталиным по обвинению в измене (1937–1938 годы). Кулик был в 1941 году разжалован за бездарность, а после войны — расстрелян за „политические разговоры“. Будённый и Ворошилов уцелели (ввиду полного послушания Сталину во всех политических делах); но после войны они не играли заметной роли. Жуков подвергся опале дважды: после войны — от Сталина (вместе с Тимошенко), а в 1957 году — от Хрущёва (вместе с Василевским).

Полнота знаний военной истории 20 века среди участников турнира оказалась невелика. Все вспомнили маршала Жукова; большинство на этом остановилось. Никто не выделил **три** волны советских маршалов: 1935, затем 1940 и 1943 годов, когда Сталин пополнял бреши среди своих выдвиженцев. Многие называли маршалов четвёртого — массового поколения 1944 года (Рокоссовского и Конева, Малиновского и Мерецкова). Никто не различил первых маршалов по их дореволюционным биографиям: полковников Генштаба (Егоров и Шапошников), удалых лейтенантов (Тухачевский и Рокоссовский), лихих унтеров Первой Мировой войны (Будённый и Блюхер) и столь разных питомцев Первой Конной армии, как Ворошилов, Тимошенко и Кулик.

Зато многие полузнайки причисляли к маршалам не только командармов из круга Тухачевского (Якира и Уборевича), но и первых красных командиров: Фрунзе и Чапаева. Иные юноши называли маршалами Советского Союза даже Суворова и Кутузова! Хотя все герои Гражданской войны с иронией относились

к высоким чинам, а „орлы времён Екатерины“ вряд ли одобрили бы новую безбожную российскую империю...

11. *Перечислите 10 важнейших событий 20 века: по одному из каждого десятилетия. Какие из этих событий можно было предсказать хотя бы за 10 лет до их наступления?*

1905 — появление Теории Относительности;
1914 — начало 1 Мировой войны;
1922 — возникновение СССР;
1933 — приход нацистов к власти в Германии;
1939 — начало 2 Мировой войны;
1945 — появление ядерного оружия и ООН;
1953 — открытие молекулярной основы наследственности (ДНК);
1957 — первый искусственный спутник Земли;
1961 — начало „эры космонавтики“ (полёт Юрия Гагарина);
1973 — начало „разрядки“ между СССР и США;
1989 — крах „Системы социализма“ в Западной Европе;
1989 — компьютерно-спутниковая система связи на всей Земле;
1991 — распад СССР.

Легко судить о первых 70 годах уходящего века. В них вместились две мировые войны, две российские революции, рождение фашистских режимов в Европе, появление самолётов и танков, атомных бомб и компьютеров, выход людей в Космос и их высадка на Луне — а также выяснение структуры атома и генетического кода живых организмов. Сложнее оценить последнюю треть 20 века: чем она замечательна, кроме распада СССР? Тут большинство участников турнира начали мельчить: вспоминали войны США во Вьетнаме и СССР в Афганистане, „разрядку“ Брежнева и „перестройку“ Горбачёва, последний всплеск холодной войны при Андропове и „бархатные“ революции в Восточной Европе. Но ни один школьник не вспомнил о ярких научных открытиях конца века: тут наблюдение тяжёлых кварков в новых частицах и „чёрных дыр“ (квазаров) в ядрах галактик, доказательство Большой Теоремы Ферма и картирование генома человека, деятельность Римского клуба по экологическому просвещению человечества — и так далее...

12. *Осман, Али, Абд-аль-Малик, Валид, Сулейман, Хишам, Марван, Мансур.*

Когда жили и чем прославились эти люди? Кто в этом списке лишний? Кого не хватает?

Это — перечень арабских **халифов** из династии Омейядов, которые правили Халифатом из Дамаска в 660–750 годах. В списке отсутствует Муавия — основатель династии Омейядов. Зато присутствуют Али (он стал халифом, как зять пророка Мухаммеда — но не был Омейядом) и Мансур (он истребил последних Омейядов и основал новую династию халифов — Аббасидов, со столицей в Багдаде).

История Исламского мира почти не знакома участникам турнира. Задача о героях Ислама подчинилась лишь одному юному знатоку: Андрею Торгашину

из 9 класса 1513 школы. Он не только понял, что речь идёт об арабских халифах (это угадали около 10 человек), но и сообразил, что почти все они — из династии Омейядов, а последний (Мансур) — из рода Аббасидов, которые перебили Омейядов. Единственное, чего не заметил Андрей — это принадлежность Османа к роду Омейядов (тогда как Али среди них — чужак) и пропуск первого, самого важного Омейяда — Муавии. Но всё равно: спасибо уникальному любителю истории Халифата из московской гуманитарной гимназии!

13. *Найдите исторические ошибки в тексте.*

Для удобства приводим текст с ошибками ещё раз. Все ошибки выделены *курсивом* и снабжены номерами, соответствующими пунктам пояснения. Список ошибок по номерам см. на стр. 1296

Ломоносов
(текст с ошибками)

«Велика сердцу скорбь лишиться чтенья книг!» — каждое утро Михаил *Власьевич*[1] огорчённо повторял эти слова. Конечно, старость — не радость; но ведь *в 60 лет*[2] он ещё крепок здоровьем и метко стреляет из ружья! *А вот чтение книг и писание их сделались непосильны: ни одной буквы не различишь!*[3] *То же самое — с микроскопом: прощай, былые опыты с дивными зверушками, процветающими в капле воды из грязной лужи!*[5] *Он едва успел разобраться к строении древесины*[6]; *различил странные клетки красного цвета в человеческой крови*[7] — и задумался о причинах такого сходства. *Не произошло ли дерево из множества одноклеточных растений, сросшихся воедино — наподобие морского коралла?*[8] *Не является ли солёная кровь человека наследием далёких времён, когда живые существа обитали только в море*[9] *— и мельчайшие из них приспособились жить внутри больших*[10], снабжая их *кислородом*[12], а за это *питаясь произведёнными белками*[11] ? Увы — ни одну из этих гипотез академик Ломоносов не сможет проверить своеручным опытом! А чужими руками хорошую работу не сделаешь. . . Неужели оборвалась его научная карьера?

Нет, стыдно так рассуждать! Вон — *его достойный друг*[14] *Леопольд*[13] Эйлер не унывает в ещё худшей горести: ведь *он совсем ослеп!*[15] Но Эйлер — математик; он открывает новые теоремы вслепую, а потом диктует их ученикам. Ломоносов же от века был экспериментатор: инженер, химик, физик *и биолог*[16] в одном лице. *Не он ли первый разложил воду на кислород и водород с помощью электробатареи — через год после того, как славный Луиджи Гальвани в Париже изобрёл это простое чудо?*[17] *Не он ли дерзко*[19] *вызвал на себя удар молнии — когда запустил в грозу воздушного змея, соединив его проводом с лейденской банкой?*[18] *Старый друг Фридрих Вольф погиб в тот роковой день*[20] — светлая ему память!

Ломоносов тогда чудом уцелел — *а потом изобрёл громоотвод*[18] и решил, что впредь не станет рисковать чужой жизнью ради новых истин. Оттого он от-

клонил просьбу светлейшего князя *Георгия*[21] Потёмкина: *создать для русской армии бездымный порох*[23]. *Всесильный фаворит*[22] обиделся на академика — *и не отпустил Ломоносова в Москву*[25], преподавать в любезном его сердцу университете... Не беда: в Москву поехали *Рихман*[24], Котельников, *Магницкий, Адодуров*[24] и другие птенцы гнезда Ломоносова.

Сам же Михайло занялся опровержением давних заблуждений европейских химиков: *Бойля*[27], *Кевендиша, Пристли*[26] и других. Как им невдомёк, что нет в Природе ни „теплорода“, ни *„флогистона“*[27]? Есть лишь вольное и быстрое кружение атомов в пустоте — *да ещё валентность атомов, располагающая их к соединению в молекулы*[28]! *Вот только не удаётся точно измерить количество энергии, выделяемое одним фунтом любого вещества (хотя бы угля) при сгорании!*[30] Увы — эту задачу придётся оставить юным и зорким очам будущих студентов.

Что же делать самому Ломоносову? Не заняться ли дальнозоркому старцу астрономией? Если он *(как прежде — славный Кеплер)*[31] смолоду различает фазы Венеры простым глазом — авось, в телескоп он увидит нечто совсем новое! *Например, кольцо Сатурна: как оно устроено, и откуда появилось?*[32] Или кометы, никогда не возвращающиеся точно в срок: *что тормозит или ускоряет их полёт?*[34] Не притяжение ли больших планет — Юпитера, Сатурна и *Урана*[35]? Впрочем, эта задача скорее во вкусе Эйлера: *он наверняка рассчитает по наблюдениям массы всех планет*[36] — *включая Землю*[37]! У Ломоносова же давний интерес к кометам. Не прячутся ли среди них ещё неведомые планеты — возможно, столь же крупные, как Земля?

Так стареющий Ломоносов в очередной раз сменил научную специальность. Став астрономом, *он обнаружил атмосферу Венеры*[33]; *он первый заметил крохотные спутники Марса*[40], а в 1773 году различил среди комет слабую звёздочку без хвоста, но с заметным диском — *новую планету, получившую имя Нептун*[38]. Между делом, *совершенствуя линзовый телескоп,*[39] *Ломоносов изобрёл очки, подходящие для дальнозорких людей*[4] — в том числе для самого себя. Так учёный старик вернул себе заветное благо: чтение книг.

Обрадованный Ломоносов изложил на бумаге давно волновавшие его соображения о развитии наук в России. Петербургская Академия напечатала этот труд в юбилейном сборнике, посвящённом столетию Полтавской баталии. *Тогда Ломоносов преподнёс Академии прощальный дар*[41]: стеклянную *мозаику с изображением славной победы россиян над немцами*[42], *которая украсила роскошное здание при впадении Охты в Неву*[43].

Уйдя в отставку в 70 лет[2], неукротимый старец посвятил остаток жизни увлечению своей юности. В рабочие часы *он составил Учебник Российской Истории для гимназистов*[44], а на досуге *сочинил весёлый свод правил жизни при дворе: „Всеобщую Придворную Грамматику“*[45], которую со смехом прочла

и *одобрила царица Екатерина Вторая*[46]. Она распорядилась поставить Ломоносову скромный памятник *возле домика Петра 1 — на берегу Невы, рядом с «Домом Академиков»*[48], *где он стоит поныне*[47].

Перечень ошибок

1. Отчество Ломоносова — Васильевич, а не Власьевич.
2. Ломоносов прожил только 54 года (1711–1765).
3. Всю жизнь у Ломоносова было хорошее зрение.
4. В эпоху Ломоносова уже были распространены очки — как для близоруких, так и для дальнозорких.
5. Ломоносов мало работал с микроскопом и изучением микробов не увлекался (хотя знал о них — из работ Левенгука).
6. Клеточное строение древесины установил Гук в 1670-е годы.
7. Эритроциты в крови обнаружил Сваммердам — до Ломоносова.
8. Гипотеза о происхождении многоклеточных растений и животных из одноклеточных предков появилась только в 19 веке.
9. Гипотеза о происхождении крови из морской воды также появилась в 19 веке.
10. Гипотеза о симбиотическом происхождении сложных клеток появилась только в 20 веке — после обнаружения особой ДНК внутри митохондрий и хлоропластов.
11. Роль белков в живых организмах была выяснена только в 19 веке.
12. Ломоносов не знал о существовании кислорода: его открыли вскоре после смерти Ломоносова Шееле и Пристли.
13. Эйлера звали Леонард, а не Леопольд.
14. По стечению обстоятельств, Эйлер и Ломоносов никогда не встречались — хотя хорошо знали друг друга по печатным работам.
15. Эйлер ослеп вскоре после своего возвращения в Петербург — в 1768 году (после смерти Ломоносова).
16. Ломоносов не был биологом — да и слова такого ещё не было: были зоологи, ботаники, физиологи и т. п.
17. Электробатарею изобрёл Алесандро Вольта в 1799 году. Вскоре Никольсон разложил с её помощью воду. Всё это — после смерти Ломоносова.

18. Первым исследовал грозу с помощью воздушного змея и лейденской банки (электроконденсатора) Бенджамен Франклин — современник Ломоносова. Он стал изобретателем громоотвода.

19. Ломоносов начал опыты с электричеством, узнав об открытиях Франклина. При этом он сам уцелел — но его друг Рихман погиб от удара шаровой молнии.

20. Химик Фридрих Вольф был учителем Ломоносова в Германии. Он не ставил опытов с электричеством и умер не от несчастного случая.

21. Имя князя Потёмкина — Григорий, а не Георгий.

22. Потёмкин стал фаворитом (и мужем) Екатерины 2 много позже смерти Ломоносова.

23. Бездымный порох был изобретён в 19 веке.

24. Магницкий — автор учебника арифметики, по которому учился Ломоносов. Физик Рихман — ровесник и друг Ломоносова. Адодуров — лингвист, современник и знакомый Ломоносова. Только математик Котельников был учеником Ломоносова и стал профессором Московского Университета в 1755 году.

25. В Москву Ломоносова не отпустили руководители Академии Наук — чтобы он не воспитывал студентов такими же буянами, как он сам.

26. Кевендиш и Пристли — младшие современники Ломоносова. Он не успел узнать об их открытиях (водород, кислород и т. д.)

27. В отличие от Роберта Бойля, Ломоносов не признавал гипотезу о „теплороде“, считая теплоту лишь проявлением движения молекул в веществе. Но он допускал существование „флогистона“ — основы химических реакций, похожей по свойствам на ещё не открытый кислород.

28. Ломоносов не догадывался о таком свойстве атомов, как валентность. Она была открыта в начале 19 века — когда обнаружились пропорции весов среди веществ, вступающих в химическую реакцию. Разница между атомами и молекулами была выяснена в середине 19 века.

29. Единственная ошибка Бойля, которую исправил Ломоносов — это гипотеза об **увеличении** веса веществ в ходе химической реакции. Ломоносов доказал опытами, что суммарный вес реагентов (включая воздух) сохраняется.

30. Найти коэффициент преобразования тепловой энергии в механическую впервые удалось Томпсону (лорду Румфорду) в конце 18 века. Но Ломоносов был уверен в возможности „пересчёта тепла в работу“.

31. У Кеплера было слабое зрение. Но его мать различала фазы Венеры; она приохотила сына к астрономии.

32. Строение колец Сатурна было выяснено в конце 17 века. Но их происхождение (из кометы) оставалось тайной до 20 века.

33. Ломоносов обнаружил атмосферу Венеры, наблюдая ее прохождение по диску Солнца в 1762 году.

34. Ломоносов не занимался небесной механикой: он понимал, что в этой области нужно такое владение высшей математикой, которое ему не дано. Соревноваться с Эйлером или Лагранжем он не мог.

35. Планета Уран была открыта после смерти Ломоносова — в 1781 году.

36. Рассчитывать массы планет по отклонениям комет астрономы научились в середине 18 века. Это делали Эйлер, Клеро, Лагранж.

37. Первую оценку массы Земли получил Кевендиш в конце 18 века — по измерениям притяжения между шарами с помощью крутильных весов.

38. Планета Нептун была открыта в середине 19 века.

39. Ломоносов и другие астрономы его эпохи пользовались обычно не линзовыми, а зеркальными телескопами.

40. Спутники Марса были обнаружены в середине 19 века.

41. Столетие Полтавской битвы отмечалось в 1809 году — много позже смерти Ломоносова.

42. Мозаика Ломоносова изображает победу армии Петра 1 над шведами — а не над немцами.

43. Здание Академии Наук в Петербурге (с мозаикой Ломоносова) стоит на берегу Васильевского острова. Река Охта впадает в Неву выше по течению.

44. Ломоносов начал писать учебник русской истории для юношей — но не успел закончить эту книгу.

45. „Всеобщую Придворную Грамматику“ написал не Ломоносов, а Фонвизин — писатель следующего поколения. Эта книга — грустная и злая сатира на любую бюрократию.

46. Молодая Екатерина 2, не искушённая в естествознании, не ценила талант Ломоносова — и не любила его, как „грубияна“.

47. Памятники Ломоносову появились в России только в 20 веке.

48. „Дом Академиков“ (на Васильевском острове) стоит гораздо ниже по течению Невы, чем домик Петра 1 (на Петроградской стороне).

Наилучших результатов в поиске ошибок достигли Георгий Рыбаков (11 класс) и Евгений Горский (10 класс 57 школы). Оба они — ветераны турнира им. Ломоносова, а Женя — лауреат Всероссийской Математической Олимпиады 1999 года. Евгений нашёл в тексте 22 ошибки, Георгий — 20 (из примерно 50 возможных).

Поучительны и огрехи, допущенные этими знатоками. Оба считают, что атмосфера Венеры была открыта лишь в 20 веке; между тем М. В. Ломоносов и Джеймс Кук обнаружили её почти одновременно — наблюдая прохождение Венеры по диску Солнца в 1762 году. Евгений полагает, что понятие энергии ввёл Джоуль в 19 веке — но его ввели Валлис и Лейбниц ещё в 17 веке. Они обнаружили факт сохранения механической энергии; Джоуль распространил этот закон на тепловые явления. Далее, Георгий думает, что совершенствование линзового телескопа — дело Ньютона (который на самом деле построил первый **зеркальный** телескоп). Евгений же путает последовательность жизни основоположников химии: он считает современниками Бойля (который умер до рождения Ломоносова) Кевендиша и Пристли (которые, будучи моложе Ломоносова, сделали свои открытия после его смерти). Наконец, Георгий забыл о том, что Ломоносов начал составлять (но не успел закончить) учебник Российской истории для гимназистов.

Но всё это — заблуждения знатоков. Большинство участников турнира делали более странные и смешные ошибки. Например, многие не считают Ломоносова академиком. Другие не ведают, что Ломоносов и Эйлер — современники (и почти ровесники), либо не знают об их заочном знакомстве и взаимной приязни. Третьи не считают Ломоносова инженером — хотя он был вынужден изобрести и построить много новых приборов для своих опытов. Четвёртые считают Ломоносова изобретателем бездымного пороха (тут путаница с Менделеевым). Пятые не слыхали, что клетки древесины были открыты Гуком, а эритроциты — Сваммердамом, ещё в 17 веке.

Наконец, отдельные „чемпионы заблуждений“ уверены, что в эпоху Ломоносова не был известен Сатурн (тут путаница с Ураном), или что Ломоносов не знал о законе всемирного тяготения, или что он жил в Москве и преподавал в МГУ. Напомним: все это — ошибки, допущенные **лауреатами** конкурса по истории. Поистине, на каждого мудреца довольно и простоты! Но нельзя стать мудрецом иначе, чем совершив множество ошибок. Турнир Ломоносова и иные олимпиады ежегодно предоставляют такую возможность множеству российских школьников, и это — благо для всех нас.

В заключение назовём те школы, ученики которых получили наибольшее число премий и похвальных отзывов на конкурсе по истории. Вот их номера: 57, 218, 1199 (более одной премии); 2, 45, 91, 152, 326, 444, 820, 1243, 1510, 1513, 1514, 1543, 1555, 1567 (одна премия, или хотя бы два похвальных отзыва).

КОНКУРС ПО ЛИНГВИСТИКЕ

Задачи по лингвистике и их решения подготовлены оргкомитетом Традиционной Олимпиады по лингвистике и математике, организуемой совместно отделением

теоретической и прикладной лингвистики МГУ и факультетом теоретической и прикладной лингвистики РГГУ.

Задачи

1. (И. Н. Шахова).

Даны фразы на итальянском языке и их переводы на русский язык. Часть слов пропущена.

1. Giuseppe sparira tra due giorni. — *Джузеппе исчезнет. . . .*
2. Luigi e partito tre giorni dopo. — . . . *уехал. . . дня.*
3. Luigi uscira tra tre ore. — . . . *выйдет через . . . .*
4. Giuseppe e sparito quattro ore dopo. — . . . *через четыре. . . .*
5. Luigi e uscito due ore dopo. — . . . *вышел. . . два. . . .*
6. Giuseppe . . . quattro giorni. — . . . *уедет через. . . .*
7. Giuseppe e uscito . . . . — . . . *три часа.*
8. . . . tre giorni. — *Луиджи выйдет. . . .*
9. Luigi . . . due . . . . — . . . *исчезнет. . . часа.*

Заполните пропуски. Объясните свое решение.

2. (М. Е. Алексеев)

Даны предложения на табасаранском[1] языке и их переводы на русский язык в перепутанном порядке:

Узу уву агуразаву.
Учу учву бисурачачву.
Узу учву бисуразачву.
Уву учу агуравачу.

Я ловлю вас.
Ты ищешь нас.
Мы ловим вас.
Я ищу тебя.

А. Определите правильный перевод каждого табасаранского предложения.

Б. Переведите на табасаранский язык следующие предложения:
1. *Вы ловите меня.*
2. *Мы ищем тебя.*
3. *Вы ловите нас.*
4. *Ты ищешь меня.*

3. (Е. В. Муравенко)

Даны предложения на японском языке (в русской транскрипции) и их переводы на русский язык:

1. Сэйто-га хако-но нака-кара нэко-о тору.
   Ученик берёт кошку из коробки.
2. Сэйто-га тэнто-но нака-дэ тэгами-о ёму.
   Ученик читает письмо в палатке.

[1] Табасаранский язык — один из литературных языков Дагестана; на нём говорят около 100 000 человек.

3. Ину-га цукуэ-но сита-дэ хонэ-о каму.
   Собака грызёт кость под столом.
4. Нэдзуми-га тодана-но сита-кара нодзоку.
   Мышка выглядывает из-под шкафа.
5. Нэко-га кабэ-но усиро-дэ каку.
   Кошка скребётся за стеной.
6. Мусуко-га иэ-но усиро-ни ику.
   Мальчик идёт за дом.
7. Мусуко-га тэнто-но нака-ни цукуэ-о оку.
   Мальчик ставит стол в палатку.

А. Переведите на русский язык:
1. Мусуко-га тодана-но нака-кара тэнто-о тору.
2. Нэдзуми-га тэнто-но усиро-дэ тэгами-о каму.
3. Сэйто-га цукуэ-но сита-ни хако-о оку.

Б. Переведите на японский язык:
1. *Собака скребётся в коробке.*
2. *Мальчик берёт мышку из-под стола.*
3. *Кошка выглядывает из-за палатки.*

Решения задач конкурса по лингвистике

1. Порядок слов в итальянских предложениях такой же, как и в русских: подлежащее + сказуемое + обстоятельство времени. Сказуемое выражено глаголом в будущем или прошедшем времени. Форма будущего времени глагола в итальянском языке оканчивается на -ra (sparira — 1, uscira — 3), форма прошедшего времени состоит из двух частей: e . . . -to (e partito — 2, e uscito — 5). Обстоятельство времени в русском выражается с помощью предлога через (3, 4, 6). Однако, пытаясь найти для этого слова эквивалент в итальянском, мы сталкиваемся с разными вариантами: tra перед существительным со значением времени (3) или dopo после такого существительного (4). В чём же разница? Сравнивая предложения 3 и 4, видим, что они обозначают разное время. Предполагаем, что tra употребляется после глаголов в будущем времени, dopo - в предложениях с глаголом в прошедшем времени (в этом случае в русском языке *через* можно заменить на *спустя*; кстати, в русском языке спустя может употребляться не только как предлог, но и как послелог, подобно итальянскому dopo, ср.: *уехал через два дня* = *уехал спустя два дня* = *уехал два дня спустя*). Анализ других предложений подтверждает наше предположение о распределении tra и dopo. Перевод остальных слов затруднений не вызывает. Выполняем задание:

1. Giuseppe sparira tra due giorni.	*Джузеппе исчезнет через два дня.*
2. Luigi e partito tre giorni dopo.	*Луиджи уехал через три дня.*
3. Luigi uscira tra tre ore.	*Луиджи выйдет через три часа.*
4. Giuseppe e sparito quattro ore dopo.	*Джузеппе исчез через четыре часа.*
5. Luigi e uscito due ore dopo.	*Луиджи вышел через два часа.*

6. Giuseppe partira tra quattro giorni.	*Джузеппе уедет через четыре дня.*
7. Giuseppe e uscito tre ore dopo.	*Джузеппе вышел через три часа.*
8. Luigi uscira tra tre giorni.	*Луиджи выйдет через три дня.*
9. Luigi sparira tra due ore.	*Луиджи исчезнет через два часа.*

2. В русских фразах встречаются два глагола: *ловить* и *искать*. Им соответствуют табасаранские основы бисура- и агура-, к которым добавляются окончания, повторяющие местоимения (-за, -ча, -ва - первое, -ву, -чву, -чу — второе). Позиции местоимений определяют роль подлежащего или прямого дополнения. Дважды с основой бисура- во второй позиции находим учву. В русском ему соответствуют *ловлю вас*, *ловим вас*. Дважды в первой позиции (то есть в роли подлежащего) встречаем узу. В русском дважды в этой роли выступает местоимение *я*. Теперь можно выполнить задание:

А. Узу уву агуразаву. — *Я ищу тебя.*
Учу учву бисурачачву. — *Мы ловим вас.*
Узу учву бисуразачву. — *Я ловлю вас.*
Уву учу агуравачу. — *Ты ищешь нас.*

Б. *Вы ловите меня.* — Учву узу бисурачвазу.
Мы ищем тебя. — Учу уву агурачаву.
Вы ловите нас. — Учву учу бисурачвачу.
Ты ищешь меня. — Уву узу агуравазу.

3. Прежде всего устанавливаем порядок слов в японских предложениях: подлежащее + распространитель с пространственным значением (+ прямое дополнение) + сказуемое. Подлежащее имеет окончание -га, прямое дополнение — -о.

Для выражения пространственных отношений используются особые слова, в традиционной японистике называемые именными послелогами, которые по сути дела являются существительными со значением части пространства: нака ’место внутри’ (фразы 1, 2, 7), сита ’низ’ (фразы 3, 4), усиро ’место сзади’ (фразы 5, 6). Существительное, предшествующее именному послелогу, ставится в родительном падеже (показатель -но). Сам послелог может употребляться с различными падежными показателями: -дэ (значение места) - нака-дэ (2), сита-дэ (3), усиро-дэ (5); -кара (значение исходной точки движения) — нака-кара (1), сита-кара (4); -ни (значение конечной точки движения) — усиро-ни (6), нака-ни (7). Таким образом, в целом сочетание „существительное + именной послелог“ выступает в роли различных пространственных распространителей. Переводы остальных слов затруднений не представляют. Выполняем задание:

А.

1. Мусуко-га тодана-но нака-кара тэнто-о тору.
Мальчик берёт палатку из шкафа.

2. Нэдзуми-га тэнто-но усиро-дэ тэгами-о каму.
Мышка грызёт письмо за палаткой.

3. Сэйто-га цукуэ-но сита-ни хако-о оку.
   Ученик ставит коробку под стол.

Б.

1. *Собака скребётся в коробке.*
   Ину-га хако-но нака-дэ каку.
2. *Мальчик берёт мышку из-под стола.*
   Мусуко-га цукуэ-но сита-кара нэдзуми-о тору.
3. *Кошка выглядывает из-за палатки.*
   Нэко-га тэнто-но усиро-кара нодзоку.

КРИТЕРИИ НАГРАЖДЕНИЯ. СТАТИСТИКА. ИТОГИ

На Турнире не присуждаются 1, 2 и 3 места. Участник, написавший хорошую работу на одном из конкурсов, получает грамоту с надписью „. . . *награждается за успешное выступление в конкурсе по*. . . (название конкурса)“. Если работа хорошая, но не на столько, чтобы за неё можно было выдать грамоту, жюри отмечает этот факт. Если у одного участника таких работ окажется 2 или больше (по разным предметам), ему будет вручена грамота с текстом: „. . . *награждается за успешное выступление в конкурсе по многоборью*“. Разумеется, в одной грамоте могут присутствовать названия нескольких (или даже всех!) конкурсов. Вместе с грамотами все победители получают интересную книжку с памятным штампом. Всем участникам сообщаются их результаты (высылается письмо с результатами по каждому предмету, а также оценки по каждой задаче по математике, физике, лингвистике).

Ниже приводится таблица результатов участников турнира 1999 года в Москве и Московском регионе, получивших грамоты за успешное выступление по трём предметам и более (включая многоборье). К сожалению, опубликовать результаты всех участников, награжденных грамотами за успешное выступление, не представляется возможным из-за огромного объема информации. Но полную таблицу результатов можно посмотреть в интернете по адресу http://www.mccme.ru/olympiads/turlom/1999.

Названия предметов:

МА — математика, МИ — математические игры,
ФИ — физика, ХИ — химия,
БИ — биология, АС — астрономия и науки о Земле,
ЛИ — лингвистика, ИС — история,
ЛТ — литература, МН — многоборье.

Фамилия, Имя	Кл.	Школа №	Город	Грамоты		
6 класс						
Беляев Денис	6	шк. 1201	Москва	ХИ	БИ	АС
7 класс						
Асатрян Аветис	7	шк. 1514	Москва	ФИ	БИ	МН
Галкин Василий	7	шк. 91	Москва	БИ	МА	МН

Фамилия, Имя	Кл.	Школа №	Город	Грамоты				
Капранова Ольга	7	шк. 1006	Москва	ФИ	БИ	МН		
Кузнецов Степан	7	шк. 2	Москва	ФИ	МИ	МН		
Морчадзе Александр	7	шк. 537	Москва	ХИ	БИ	МА		
Мурад Антон	7	шк. 1218	Москва	БИ	МИ	МН		
Сапожников Степан	7	шк. 697	Москва	БИ	МИ	МН		
Федотов Станислав	7	шк. 1199	Москва	БИ	ИС	МН		
8 класс								
Алергант Дмитрий	8	шк. 1543	Москва	ФИ	БИ	МА		
Бунькова Елена	8	шк. 1543	Москва	БИ	МИ	МН		
Изосимов Антон	8	шк. Муми-тролль	Москва	ФИ	БИ	АС	ИС	
Кичин Георгий	8	шк. –	Москва	ФИ	АС	МА		
Коган Юлия	8	шк. 1543	Москва	БИ	МИ	МН		
Кондрашов Михаил	8	шк. 2	Москва	ФИ	ХИ	БИ		
Ларцева Алина	8	шк. 1528	Москва	БИ	АС	ЛИ		
Миловидов Алексей	8	шк. 1101	Москва	ФИ	АС	МИ		
Орлов Михаил	8	шк. 1543	Москва	ФИ	БИ	МН		
Пилипенко Егор	8	шк. 2	Москва	ХИ	БИ	АС	ИС	
Покровский Игорь	8	шк. 57	Москва	ФИ	ХИ	МА		
Пучкова Дарья	8	шк. 1134	Москва	ФИ	БИ	ИС		
Родионов Павел	8	шк. 57	Москва	ФИ	ХИ	МИ		
Тихонов Михаил	8	шк. 57	Москва	ФИ	ХИ	БИ	ЛИ	МН
9 класс								
Волыхов Андрей	9	шк. 444	Москва	ФИ	ХИ	ИС		
Караванова Юлия	9	шк. 182	Москва	ФИ	БИ	ЛИ	МН	
Лысов Иван	9	шк. 91	Москва	ХИ	АС	МИ	МН	
Панин Владимир	9	шк. 1534	Москва	ФИ	БИ	АС		
Пантюхина Мария	9	шк. 1199	Москва	БИ	АС	ЛИ		
Панченко Надежда	9	шк. 1040	Москва	ХИ	БИ	МН		
Погодин Сергей	9	шк. 705	Москва	ФИ	МИ	МН		
Теплицкая Вера	9	шк. 26	Москва	ФИ	БИ	АС		
Филимонов Митя	9	шк. 218	Москва	ФИ	МИ	МА		
Фудин Дмитрий	9	шк. 1567	Москва	ФИ	ХИ	БИ		
Чадаев Павел	9	шк. 1199	Москва	ХИ	БИ	ЛИ		
10 класс								
Бедретдинова Дина	10	шк. 1290	Москва	БИ	АС	ЛИ		
Дягилев Евгений	10	шк. 905	Москва	ФИ	ХИ	БИ		
Кудрявец Дмитрий	10	шк. 853	Москва	ФИ	ХИ	АС		
Мухин Дмитрий	10	шк. 91	Москва	БИ	ИС	МА		
Овечкин Артем	10	шк. 1199	Москва	БИ	ЛИ	ИС		
Орловский Алексей	10	шк. 618	Москва	ХИ	БИ	АС		
Осолодкин Дмитрий	10	шк. 1199	Москва	БИ	АС	ЛИ		
Расторгуев Василий	10	шк. 91	Москва	БИ	ЛИ	МА		
Рязанов Влас	10	шк. 218	Москва	БИ	АС	ИС		
Сажин Виктор	10	шк. 710	Москва	ФИ	ЛИ	МН		
Турдаков Денис	10	шк. 1018	Москва	ХИ	МИ	МА		
Федорищев Павел	10	шк. 905	Москва	ХИ	МИ	МН		
Харланов Олег	10	шк. 1543	Москва	ФИ	ХИ	МА		
Черных Денис	10	шк. 34	Москва	ФИ	БИ	АС		
11 класс								
Винниченко Николай	11	шк. 1543	Москва	ФИ	БИ	МА		
Деревянкин Алексей	11	шк. 91	Москва	ФИ	АС	ИС	МА	
Духанин Вадим	11	шк. 517	Москва	БИ	ИС	МН		

Фамилия, Имя	Кл.	Школа №	Город	Грамоты			
Захарьящев Иван	11	шк. 57	Москва	БИ	ЛИ	МА	
Корнеев Иван	11	шк. 463	Москва	ХИ	БИ	МА	
Кукоба Наталья	11	шк. 463	Москва	ХИ	БИ	АС	МА
Нгуен Минь-Ханг	11	шк. 463	Москва	ХИ	АС	МА	
Панин Александр	11	шк. 57	Москва	ФИ	БИ	АС	МА
Фильчиков Максим	11	шк. 463	Москва	ХИ	БИ	АС	МА

Процент участников, получивших грамоты, достаточно большой. Но из этого вовсе не следует, что стать победителем турнира совсем легко — ведь почти все его участники — достаточно сильные школьники. Да и выявление победителей никогда не было целью турнира. Цели турнира достаточно разнообразны: познакомить школьников с интересными задачами и фактами, выходящими за рамки школьной программы (предмета «лингвистика» нет, например, почти ни в одной школе), заинтересовать их школьными предметами, которые раньше казались совсем скучными и неинтересными, пригласить на различные кружки, олимпиады, а также в школы и классы с углублённым изучением предметов.

Работы по разным предметам проверяются разными людьми — специалистами в своей области, — поэтому технология проверки работ также несколько различается.

На конкурсах по **математике**, **физике** и **лингвистике** применяется традиционная система, пришедшая из математических олимпиад, где она возникла несколько десятилетий назад: за каждую задачу (или пункт задачи) ставится одна из следующих оценок (приведены в порядке убывания „хорошести“):

$$+! \quad + \quad +. \quad \pm \quad \frac{+}{2} \quad \mp \quad -. \quad - \quad 0$$

«$+!$» — правильное решение задачи, которое жюри считает нужным особо отметить,
«$+$» — правильное решение задачи
«$+.$» — правильное решение с недочётами (точка после $+$ на результат не влияет, это способ обратить внимание школьника на недостатки в решении, не создать у него впечатления, что „всё правильно“),
«$\pm$» — правильное решение с серьёзными недостатками,
«$+/2$» — ставится в двух случаях: или как промежуточная оценка между «$\pm$ $\pm$» и «$\mp$», или, если решение естественно распадается на две части (например, необходимость и достаточность) и сделана только одна,
«$\mp$» — решение неправильное, но содержит существенные продвижения в нужном направлении (такая оценка не влияет на получение грамоты по предмету, учитывается в баллах многоборья),
«$-.$» — решение в целом неправильное, но есть незначительные продвижения в нужном направлении, утверждать, что „всё неправильно“ нельзя (при подведении итогов эта оценка учитывается также, как и $-$),
«$-$» — решение полностью неправильное,
«0» — задача в работе не записана.

Точный смысл оценок определяется при проверке для каждой задачи по каждому предмету отдельно.

Такая системы оценок позволяет не только определить победителей, но и (что более важно) точно проинформировать каждого участника Турнира о его результатах и допущенных ошибках по каждой задаче (оценки сообщаются по почте). Это — своеобразный заочный диалог жюри со школьниками.

На конкурсе по **химии** каждая задача оценивается в баллах, в зависимости от правильности и полноты решения и класса, в котором учится участник Турнира. Критерии этих оценок приведены на странице 1273.

На конкурсе по **астрономии и наукам о Земле** каждый вопрос также оценивается в баллах, в зависимости от полноты и правильности ответа. Критерии этих оценок приведены на страницах 1240–1261 вместе с правильными ответами и комментариями. Итоговый результат определяется суммой баллов.

На конкурсе по **биологии** каждый вопрос оценивается в баллах, итоговый результат определяется суммой баллов. Система оценок следующая: за каждое правильное утверждение (на уровне школьной программы; A) ставится 5 баллов ученикам 8–11 классов и 15 баллов ученикам 7 классов и младше. За каждое нетривиальное утверждение, существенно более глубокое по сравнению с материалом школьного учебника (B), ставится 10 баллов учащимся 8–11 классов и 20 баллов учащимся 7 классов и младше.

На конкурсе по **лингвистике** оценки переводятся в баллы:

$$+ = 6 \quad \pm = 4 \quad \frac{+}{2} = 3 \quad \mp = 2 \quad - = 0$$

Итоговый результат определяется суммой баллов.

На конкурсе по **истории** все работы оцениваются жюри индивидуально.

На устном конкурсе по **математическим играм** результат участника определяется членами жюри, проводящими конкурс, сразу по окончании конкурса, и сообщается участнику.

Одни и те же задачи участников разного возраста проверяются по одинаковым правилам (требования к стилистике текста, разумеется, с учётом возрастных особенностей), а решение о присуждении диплома зависит от возраста (класса) и принималось по критериям, представленным в таблице 1. В каждой графе приведён набор оценок или сумма балов, минимально-достаточные для получения грамоты или балла в многоборье. Если таких наборов несколько, они приводятся в разных клетках друг под другом.

Таблица 1. Критерии определения победителей Турнира.

<table>
<tr><td>конкурс</td><td>результат</td><td colspan="7">класс</td></tr>
<tr><td></td><td></td><td>5</td><td>6</td><td>7</td><td>8</td><td>9</td><td>10</td><td>11</td></tr>
<tr><td rowspan="4">мате-
матика</td><td rowspan="2">грамота</td><td colspan="3">$\pm\pm$</td><td rowspan="3">$(\pm\pm)$
кроме
№1, 4a</td><td>$(\pm\pm)$
кр.№1, 2, 4a</td><td colspan="2">$(\pm\pm)$кр. №1, 2, 3, 4a</td></tr>
<tr><td colspan="3">$\pm$(кроме №1)</td><td colspan="3">$\pm$(№1) $\pm$(№2) $\pm$(кр. №1, 2, 4a)</td></tr>
<tr><td rowspan="2">многоборье</td><td colspan="3">$\pm$(№1)</td><td>$\pm$
(кр. №1)</td><td>$\pm$(№1)$\pm$(№2)</td><td colspan="2"></td></tr>
<tr><td></td><td colspan="3"></td><td colspan="3">$\pm$(кр. №1, 2, 4a)</td></tr>
<tr><td></td><td>макс. возм</td><td>—</td><td colspan="2">2 задачи</td><td colspan="4">3 задачи</td></tr>
</table>

<table>
<tr><td>конкурс</td><td>результат</td><td colspan="7">класс</td></tr>
<tr><td></td><td></td><td>5</td><td>6</td><td>7</td><td>8</td><td>9</td><td>10</td><td>11</td></tr>
<tr><td rowspan="6">физика</td><td rowspan="3">грамота</td><td colspan="2" rowspan="3">$\frac{\pm}{2}$</td><td colspan="2">$\frac{\pm}{2}\ \frac{\pm}{2}$</td><td>$+.\ \frac{\pm}{2}$</td><td>$+!\ \frac{\pm}{2}$</td><td>$+.\ \pm\ \frac{\pm}{2}\ \frac{\pm}{2}$</td></tr>
<tr><td>$\pm$</td><td colspan="2">$+!$</td><td>$+.\ \pm$</td><td>$+.\ \pm\ \pm$</td></tr>
<tr><td colspan="2">$\pm\ \pm$</td><td>$\pm\ \pm\ \pm$</td><td>$+!\ +.$</td></tr>
<tr><td rowspan="3">многоборье</td><td colspan="2" rowspan="2">$\mp\ \mp$</td><td>$\mp\ \mp\ \mp$</td><td rowspan="2"></td><td colspan="2">$+.$</td><td>$\pm\ \pm\ \pm$</td></tr>
<tr><td colspan="2">$\frac{\pm}{2}$</td><td>$\frac{\pm}{2}\ \mp$</td><td>$\frac{\pm}{2}\ \frac{\pm}{2}$</td><td>$+.\ \pm$</td></tr>
<tr><td>макс. возм.</td><td colspan="2">–</td><td>5 задач</td><td>9,5 задач</td><td>10 задач</td><td>8 задач</td><td>7 задач</td></tr>
<tr><td rowspan="4">химия</td><td>грамота</td><td colspan="2">3</td><td>3,5</td><td>8</td><td>$> 9{,}5$</td><td colspan="2">> 10</td></tr>
<tr><td>многоборье</td><td colspan="2">не присуждалось</td><td>4</td><td>> 4</td><td colspan="2">> 5</td></tr>
<tr><td>макс. возм.</td><td>–</td><td colspan="4">$61 + 2N$</td><td>$55{,}5 + 1{,}5N$</td><td>$55{,}5 + N$</td></tr>
<tr><td>факт. макс.</td><td></td><td>4</td><td>9</td><td>35</td><td>23</td><td>26</td><td>39,5</td></tr>
<tr><td rowspan="4">биология</td><td>грамота</td><td colspan="2">50</td><td colspan="2">70</td><td>80</td><td>71</td><td>90</td></tr>
<tr><td>многоборье</td><td colspan="2">40</td><td>50</td><td>60</td><td>70</td><td>50</td><td>80</td></tr>
<tr><td>макс. возм.</td><td colspan="3">$15A + 20B$</td><td colspan="4">$5A + 10B$</td></tr>
<tr><td>факт. макс.</td><td>90</td><td>110</td><td>165</td><td>185</td><td>260</td><td>270</td><td>280</td></tr>
<tr><td rowspan="3">лингвистика</td><td>грамота</td><td colspan="4">10</td><td>12</td><td colspan="2">15</td></tr>
<tr><td>многоборье</td><td colspan="6">6</td><td colspan="2">9</td></tr>
<tr><td>макс. возм.</td><td colspan="8">18 (3 задачи по 6 баллов)</td></tr>
<tr><td rowspan="4">астрономия и науки о Земле</td><td>грамота</td><td colspan="3">6</td><td colspan="3">7</td><td colspan="2">8</td></tr>
<tr><td>многоборье</td><td colspan="3">4</td><td colspan="3">5</td><td colspan="2">6</td></tr>
<tr><td>макс. возм</td><td colspan="8">баллы по задачам: 6, 3, 3, 4, 4, 3, 5, 5, 8, 6, 6; итого 53</td></tr>
<tr><td>факт. макс</td><td>3</td><td>6</td><td>7</td><td colspan="4">9</td><td>13</td><td>16</td></tr>
<tr><td>история</td><td colspan="8">Определяется решением жюри персонально по каждой работе</td></tr>
<tr><td>матем. игры</td><td colspan="6">Определяется на месте решением членов жюри, проводящих конкурс</td><td colspan="2">Конкурс не проводится</td></tr>
</table>

Примечания. В графах „макс. возм.“ по математике и физике указано количество задач, рекомендованных соответствующим классам; решать задачи не своего класса разрешалось. Буквой N обозначено количество правильных примеров соединений, приведённых школьником в решении задачи № 2 по химии.

Победителем одновременно в 5 конкурсах является один участник Турнира — Тихонов Михаил, ученик 8 класса школы № 57 г. Москвы (физика, химия, биология, лингвистика, многоборье).

Победителями одновременно в 4 конкурсах являются 8 участников: Деревянкин Алексей (11 кл. 91 шк.), Изосимов Антон (8 кл. шк. „Муми-Тролль“), Караванова Юлия (9 кл. 182 шк.), Кукоба Наталья (11 кл. 463 шк.), Лысов Иван (9 кл. 91 шк.), Панин Александр (11 кл. 57 шк.), Пилипенко Егор (8 кл. 2 шк.), Фильчиков Максим (11 кл. 463 шк.)

Победителями одновременно в 3 конкурсах являются 47 участников, в двух конкурсах — 253, только в одном конкурсе — 900 участников.

Таблица 2. Статистика результатов участников по конкурсам и классам.
2.1. Общее количество участников.

предмет\класс	5	6	7	8	9	10	11	всего
математика	6	78	325	380	399	306	269	1773
физика	1	6	123	245	230	167	136	908

предмет\класс	5	6	7	8	9	10	11	всего
химия	0	1	5	49	154	113	59	387
история	10	35	85	102	79	83	45	439
биология	13	44	211	280	240	201	92	1084
лингвистика	12	43	168	225	263	210	133	1054
астрон. и науки о Земле	15	42	124	149	109	108	66	613
математические игры	1	24	82	63	31	19	1	221

2.2. Количество победителей.

предмет\класс	5	6	7	8	9	10	11
математика	0	3	31	11	28	33	62
физика	1	1	33	95	64	33	22
химия	0	1	3	9	24	25	16
история	0	4	11	17	12	22	12
биология	2	24	69	125	124	144	49
лингвистика	0	1	7	27	20	27	28
астрон. и науки о Земле	0	3	10	20	17	10	17
математические игры	1	6	39	34	17	13	1

2.3. Количество школьников, получивших баллы участников многоборья.

предмет\класс	5	6	7	8	9	10	11
математика	1	8	60	53	51	51	40
физика	0	0	20	60	66	47	16
химия	0	0	0	7	61	28	14
история	3	12	21	33	29	20	17
биология	2	4	59	41	39	50	11
лингвистика	0	7	19	35	53	46	36
астрон. и науки о Земле	0	4	26	13	21	9	4
математические игры	0	18	43	29	14	6	0

В некоторых строках сумма по классам меньше числа, указанного в графе „всего“, это объясняется тем, что некоторые участники (около 20) нигде не указали класс, в котором они учатся. На конкурсе по математическим играм регистрировались только участники, получившие положительную оценку, именно эти цифры и приведены в качестве количества участников.

Таблица 3. Статистика последних лет.

Класс	3	4	5	6	7	8	9	10	11	Всего
Участников, 1994	0	0	2	10	175	276	308	197	138	1113
Участников, 1995	0	0	1	14	116	273	276	329	296	1311
Участников, 1996	0	0	12	66	387	427	495	391	446	2227
Участников, 1997	0	0	7	32	349	461	397	438	345	2029
Грамот, 1997	*0*	*0*	*2*	*11*	*115*	*209*	*182*	*231*	*201*	*951*

Класс	3	4	5	6	7	8	9	10	11	Всего
Участников, 1998	0	0	2	49	343	384	404	411	332	1926
Грамот, 1998	*0*	*0*	*0*	*17*	*131*	*142*	*182*	*192*	*179*	*843*
Участников, 1999	1	0	33	110	417	560	600	505	396	2637
Грамот, 1999	*0*	*0*	*4*	*42*	*185*	*292*	*291*	*222*	*173*	*1209*
Кол-во участников 1999 года, участвовавших в 1998 г.	0	0	0	0	13	67	91	117	65	353
Кол-во участников 1998 года, участвовавших в 1997 г.	0	0	0	1	14	82	130	86	107	420
Харьков, 1999 г. Участников	0	0	0	35	62	84	71	55	77	384
Грамот	*0*	*0*	*0*	*17*	*48*	*53*	*54*	*43*	*54*	*269*

Таблица 4. Сведения о количестве участников в Москве по школам.

школа	к-во	школа	к-во	школа	к-во	школа	к-во	школа	к-во
444	232	152	47	870	34	870	34	1555	20
905	103	1199	47	26	33	26	33	149	19
710	91	218	43	91	33	91	33	626	19
1018	73	853	40	511	29	511	29	1150	19
257	68	1543	40	982	29	982	29	1201	19
5	66	463	39	1678	29	1678	29	1180	18
602	59	1537	38	1534	26	1534	26	151	17
1510	59	1506	37	1514	24	1514	24	520	17
1040	53	2	35	1290	23	1290	23	1101	15
57	48	1567	35	1636	22	1636	22		

697, 729, 1006, 1124, 1151, 1508 (всего 6 школ) — по 14 участников.
14, 21, 616, 949, 1410 (всего 5 школ) — по 13 участников.
507, 568, 933, 1525 (всего 4 школы) — по 12 участников.
550, 581, 851, 867, 1015, 1134, 1925, Сотрудничества (всего 8 школ) — по 11 участников.
618, 845, 1218, 1287 (всего 4 школы) — по 10 участников.
45, 1000, 1016, 1923 (всего 4 школы) — по 9 участников.
7, 109, 763, 856, 964, 1185, 1224, 15-Саров (всего 8 школ) — по 8 участников.
5, 263, 747, 887, 1013, 1614, 1628 (всего 7 школ) — по 7 участников.
4, 79, 363, 491, 521, 951, 962, 1019, 1263, 1513, 1528, 1624, 1828, 1883, 1940 (всего 15 школ) — по 6 участников.
234, 395, 479, 517, 548, 556, 557, 912, 983, 1189, 1194, Знание (всего 12 школ) — по 5 участников.
1, 134, 375, 858, 978, 1131, 1132, 1242, 1280, 1411, 1524, 1529, 1741, 1804, 1933 (всего 15 школ) — по 4 участника.
64, 143, 144, 158, 259, 501, 606, 654, 719, 1017, 1173, 1285, 1523, 1557, 1623, 4-Королёв (всего 15 школ) — по 3 участника.

6, 15, 19, 40, 82, 104, 131, 171, 204, 279, 314, 339, 503, 537, 541, 565, 572, 576, 596, 640, 705, 817, 852, 979, 1078, 1195, 1243, 1248, 1257, 1273, 1279, 1502, 1516, 1533, 1560, 1806, 1-Жуковский, 4-Красногорск, 4-Химки (всего 39 школ) — по 2 участника.

11, 13, 25, 49, 117, 136, 172, 179, 182, 199, 212, 214, 224, 289, 300, 310, 326, 365, 376, 436, 469, 540, 605, 632, 637, 645, 651, 659, 691, 698, 706, 730, 733, 734, 741, 751, 820, 885, 914, 921, 931, 935, 958, 1009, 1014, 1024, 1028, 1034, 1050, 1084, 1106, 1112, 1118, 1126, 1133, 1143, 1169, 1184, 1191, 1208, 1222, 1223, 1228, 1233, 1241, 1246, 1255, 1260, 1268, 1276, 1278, 1284, 1300, 1303, 1314, 1412, 1414, 1505, 1509, 1515, 1521, 1522, 1530, 1541, 1619, 1666, 1694, 1738, 1739, 1859, 1946, 4711, 13-Химки, 14-Жуковский, 19-Королёв, 12-Саров, 20-Саров, 21-Раменское, 5-Троицк, 6-Фрязино, 7-Раменское, Вороновская, Икс, Муми-Тролль, Пкт, Планета, Самбо-70, Спг, Ясенево (всего 109 школ) — по 1 участнику.

Всего школ, в которых учатся участники московского Турнира — 291.

Таблица 5. Сведения о количестве награждённых в Москве по школам.

школа	к-во	школа	к-во	школа	к-во	школа	к-во	школа	к-во
444	109	218	29	1514	16	1410	10	14	6
905	48	2	28	1506	14	26	9	149	6
57	42	91	28	520	13	618	9	616	6
1040	40	463	24	1534	13	626	9	1006	6
1018	36	152	21	257	12	982	8	1134	6
1510	33	1537	21	1555	12	1180	8	1151	6
710	31	853	19	602	11	1508	8	1925	6
1199	31	1567	18	1150	11	1636	8		
1543	31	1201	16	1678	11	870	7		
5	29	1290	16	151	10	1525	7		

45, 363, 479, 511, 581, 933, 1015, 1016, 1189, 1528, 1883, 15-Саров (всего 12 школ) — по 5 победителей.
507, 568, 729, 962, 1124, 1131, 1828 (всего 7 школ) — по 4 победителя.

1, 4, 21, 109, 134, 548, 550, 697, 856, 949, 964, 983, 1101, 1185, 1224, 1242, 1285, 1287, 1513, 1523, 1529, 1557, 1628, 4-Королёв, Знание (всего 25 школ) — по 3 победителя.

7, 19, 40, 131, 279, 375, 491, 503, 517, 521, 565, 572, 596, 705, 719, 763, 978, 1019, 1132, 1195, 1218, 1243, 1263, 1516, 1741, 1923, 1940, Сотрудничества (всего 28 школ) — по 2 победителя.

13, 15, 49, 64, 79, 82, 136, 144, 171, 182, 199, 204, 259, 263, 289, 310, 314, 326, 365, 469, 537, 540, 541, 556, 605, 606, 632, 640, 733, 734, 747, 817, 820, 858, 867, 887, 912, 931, 935, 1009, 1014, 1017, 1034, 1050, 1106, 1118, 1191, 1194, 1208, 1222, 1228, 1233, 1241, 1246, 1248, 1255, 1257, 1260, 1276, 1278, 1279, 1280, 1284, 1414, 1502, 1509, 1524, 1533, 1541, 1614, 1623, 1624, 1666, 1694, 1739, 1804, 1806, 1859, 1933, 13-Химки, 19-Королев, 4-Красногорск, 4-Химки, 5-Троицк, 7-Раменское, 12-Саров, Муми-Тролль, Пкт, Планета, Спг, Ясенево (всего 91 школа) — по 1 победителю.

Всего школ, в которых учатся победители московского Турнира — 210.

Примечание. Данные по школам в таблицах 4 и 5 следует рассматривать только как приблизительные. Таблицы были сформированы автоматически без дополнительного поиска и уточнения недостающей информации.

1998

XXI ТУРНИР им. М. В. ЛОМОНОСОВА

27 сентября 1998 г.

ОТЧЕТ

Турнир им. М. В. Ломоносова — ежегодное многопредметное соревнование по математике, физике, наукам о Земле, химии, биологии, истории, лингвистике. Цель Турнира — дать участникам материал для размышлений и подтолкнуть интересующихся к серьёзным занятиям. Турнир проводится Международным оргкомитетом Турнира городов при поддержке МИПКРО (Московского института повышения квалификации работников образования), Московским Центром непрерывного математического образования, вузами и школами Москвы.

21-й Турнир им. М. В. Ломоносова состоялся в воскресенье, 27 сентября 1998 года. В нём приняли участие более 2000 школьников, из них 843 были отмечены грамотами за успешное выступление на различных конкурсах.

Турнир проводился в Московском Авиационном институте, Российском государственном гуманитарном университете, Московском Центре непрерывного математического образования, московских гимназиях № 1543, 1567, Московском лицее информационных технологий, московских школах № 26, 444, 491, 520, 602 (Зеленоград), 905, 1180, 1678.

Турнир им. М. В. Ломоносова состоит из нескольких конкурсов. Все конкурсы по различным предметам проводятся одновременно в разных аудиториях. Школьники могут в любое время переходить из аудитории в аудиторию и принять участие в любом количестве конкурсов, победители определяются отдельно в каждом конкурсе. Один конкурс (математические игры) — устный, остальные — письменные.

Предполагаемый возраст участников — 7 класс и старше, включая 11. В Турнире могут принимать участие и более младшие школьники (некоторые из них получили грамоты за успешное выступление). Следует, однако, учесть, что специальных заданий для учащихся 6 классов и младше не предусматривается; учащимся этих классов имеет смысл приходить на Турнир, если они готовы решать задания 7 класса.

В интернете по адресу http://www.mccme.ru/olympiads/turlom опубликованы электронные материалы турниров этого года и предыдущих лет.

КОНКУРС ПО МАТЕМАТИКЕ

Задачи

В скобках после номера задачи указаны классы, для которых предназначена задача.

1. (7–11 и младше) $a_1, a_2, \ldots, a_{20}$ — набор целых положительных чисел.

Строим новый набор чисел $\{b_0, b_1, b_2, \ldots\}$ по следующему правилу:
b_0 — количество чисел исходного набора, которые больше 0,
b_1 — количество чисел исходного набора, которые больше 1,
b_2 — количество чисел исходного набора, которые больше 2,
и т. д., пока не пойдут нули.
Докажите, что сумма всех чисел исходного набора равна сумме всех чисел нового набора.

2. (7–9 и младше) В треугольнике ABC точки A', B' и C' лежат на сторонах BC, CA и AB соответственно. Известно, что

$$\angle AC'B' = \angle B'A'C, \quad \angle CB'A' = \angle A'C'B, \quad \angle BA'C' = \angle C'B'A.$$

Докажите, что точки A', B', C' — середины сторон треугольника.

3. (7–9 и младше) Куб со стороной 10 разбит на 1000 кубиков с ребром 1. В каждом кубике записано число, при этом сумма чисел в каждом столбике из 10 кубиков (в любом из трёх направлений) равна 0. В одном из кубиков (обозначим его через A) записана единица. Через кубик A проходит три слоя, параллельных граням куба (толщина каждого слоя равна 1).
Найдите сумму всех чисел в кубиках, не лежащих в этих слоях.

4. (10–11) Восемь бумажных кругов радиуса 1 уложены на плоскость таким образом, что их границы проходят через одну точку, причём эта точка находится внутри всей области плоскости, покрытой кругами. Эта область представляет собой многоугольник с криволинейными сторонами.
Найдите его периметр.

5. (10–11) Некоторая группа психологов разработала тест, пройдя который, каждый человек получает оценку — число Q — показатель его умственных способностей (чем больше Q, тем больше способности). Предположим, что каждый житель двух стран — *А* и *Б* — получил своё Q. За рейтинг страны принимается среднее арифметическое значений Q всех жителей этой страны.

а) Группа граждан страны *А* эмигрировала в страну *Б*.
Возможно ли, что у обеих стран выросли их рейтинги?

б) После этого группа граждан страны *Б* (в числе которых могут быть и бывшие эмигранты из *А*) эмигрировала в страну *А*.
Возможно ли, что рейтинги обеих стран опять возросли?

Решения задач конкурса по математике

1. (7–11 и младше) Рассмотрим следующую конструкцию. Возьмем набор кубиков и будем строить из них «башенки» — столбики высотой a_1, a_2, $\ldots$, a_n (см. рис.). Посчитаем двумя способами, сколько кубиков нам для этого понадобится. Считая по столбцам получаем, что количество кубиков равно сумме чисел первого набора. Другой способ подсчета — по слоям. Количество кубиков в первом слое (стоящих на полу) равно $b_0 = n$, в следующем слое — b_1, и т. д., количество кубиков в i-м слое равно b_i. Поэтому общее число кубиков равно сумме чисел второго набора. Значит, суммы чисел обоих наборов совпадают.

Замечание. Похожая конструкция используется при введении понятия интеграла. Чтобы подсчитать площадь криволинейной фигуры под графиком функции (интеграл), её приближают ступенчатыми функциями, графики которых состоят из горизонтальных отрезков. Площадь фигуры под ступенчатой функцией (интегральную сумму) можно подсчитать двумя способами, аналогичными приведённым в решении способам подсчёта числа кубиков. Получаемые пределы интегральных сумм называются *интегралом Римана* и *интегралом Лебега* соответственно.

2. (7–9 и младше) Углы $AC'A'$ и $AB'A'$ равны, так как дополняют до 180° равные углы $CB'A'$ и $A'C'B$. Углы $B'AC'$ и $B'A'C'$ равны, так как дополняют до 180° равные суммы $C'B'A + AC'B'$ и $BA'C' + B'A'C$. Значит, $AB'A'C'$ — параллелограмм, следовательно, $AC' = B'A'$. Аналогично доказывается, что $BA'B'C'$ — параллелограмм, и $C'B = B'A'$. Отсюда следует, что $AC' = C'B$, т. е. C' — середина AB. Для точек B' и A' доказательство аналогично.

3. (7–9 и младше) Куб состоит из 100 столбиков, поэтому сумма всех чисел равна нулю. Любой слой состоит из 10 столбиков, поэтому сумма чисел в нём также равна нулю.

Чтобы получить искомую сумму, следует из суммы чисел во всём кубе вычесть суммы чисел в трех слоях, проходящих через данный кубик, затем прибавить суммы чисел в трех проходящих через него столбиках, являющихся попарными пересечениями этих слоев (поскольку мы их вычли дважды — с каждым из двух слоев), и, наконец, вычесть число, стоящее в данном кубике (так как мы его учли изначально, затем трижды вычли и трижды прибавили). Итого имеем: $0 - 3 \cdot 0 + 3 \cdot 0 - 1 = -1$.

4. (10–11) Обозначим точку пересечения окружностей через O. Проведём отрезки из точки O в вершины получившегося криволинейного многоугольника. Стороны многоугольника представляют собой дуги окружностей; по теореме

о вписанном угле, величина каждой дуги равна удвоенному углу между отрезками, проведенными из точки O в ее концы. В сумме все эти углы составляют $360°$, поэтому сумма величин всех дуг равна $720°$, т. е. двум полным окружностям. Значит, сумма длин дуг равна 4π; это и есть искомый периметр.

5. (10–11) Докажем сначала следующее интуитивно очевидное утверждение.

Лемма. Если объединить две группы людей с рейтингами R_1 и R_2 ($R_1 \leqslant R_2$), то рейтинг R получившейся группы будет удовлетворять условию $R_1 \leqslant R \leqslant R_2$.

Действительно, если $Q'_1, Q'_2, \ldots, Q'_n$ — показатели людей из первой группы, а $Q''_1, Q''_2, \ldots, Q''_m$ — показатели людей из второй группы, то

$$(n+m)R = Q'_1 + \cdots + Q'_n + Q''_1 + \cdots + Q''_m = nR_1 + mR_2.$$

Так как $R_1 \leqslant R_2$, то

$$R = \frac{n}{n+m}R_1 + \frac{m}{n+m}R_2 \leqslant \frac{n}{n+m}R_2 + \frac{m}{n+m}R_2 = R_2,$$

и аналогично $R \geqslant R_1$, причём равенство в обоих случаях достигается тогда и только тогда, когда $R_1 = R_2$. Лемма доказана.

Из леммы следует, что если рейтинг страны выше (соответственно, равен или ниже) рейтинга группы эмигрантов, то после эмиграции он повышается (соответственно, остаётся прежним или понижается). Действительно, достаточно применить лемму к двум группам: эмигрантов и остающихся в стране.

Аналогично, если рейтинг страны ниже (соответственно, равен или выше) рейтинга группы иммигрантов, то после иммиграции он повышается (соответственно, остаётся прежним или понижается), но по прежнему остаётся ниже (соответственно, равен или выше) рейтинга группы иммигрантов.

Пример для пункта а) теперь строится просто. Достаточно, чтобы из *А* в *Б* эмигрировал всего один человек, имеющий показатель Q ниже, чем рейтинг страны *А*, но выше, чем рейтинг страны *Б*. Итак, в пункте а) ответ положительный.

Такая ситуация возможна только, если рейтинг страны *А* выше рейтинга страны *Б*, причём это же остаётся справедливым и после миграции. Но тогда невозможно, чтобы после обратной миграции из *Б* в *А* рейтинги обеих стран снова повысились. Поэтому, ответ в пункте б) отрицательный.

Напомним, что если человек переехал из одной страны в другую, то в стране, где он жил раньше, он считается **эмигрантом**, а в своей новой стране — **иммигрантом**.

КОНКУРС ПО МАТЕМАТИЧЕСКИМ ИГРАМ

— это самый необычный конкурс на Турнире, содержание которого не в полной мере определяется названием и условиями задач. Чтобы Вы могли лучше понять, что же это такое, здесь приводится

Инструкция проводящему математические игры

Математические игры проводятся для школьников 7–9 классов (и младше). Основная цель — заинтересовать школьников математикой, пригласить их на математические кружки.

Спортивная сторона — на втором месте.

За 5 часов, отведенных на Турнир, Вы должны провести несколько (3–4) сеансов математических игр (каждый сеанс по часу-полтора). После заполнения Вашей аудитории прекращайте пускать новых детей и вешайте на дверь объявление о начале следующего сеанса.

Каждый сеанс проходит так. Сначала Вы предлагаете школьникам одну из игр. Нужно, чтобы они поиграли в неё между собой, с Вами. Цель состоит в том, чтобы объяснить школьникам, что такое выигрышная стратегия; на примерах показать, как можно доказывать, что один из игроков всегда сможет выиграть при любой игре другого. При этом Вы можете подсказывать школьникам, играть в поддавки. Если школьник уверенно предлагает чёткую, но неверную стратегию, Вы можете поспорить с ним, что проиграете ему, пользуясь его (якобы выигрышной) стратегией (и осуществить это)[1]. В общем, игры — это творческий процесс.

Затем (сыграв со школьниками в одну-две игры) выдайте им задачу для самостоятельного решения. Они должны поиграть в эту игру друг с другом, или сами с собой, а затем каждый должен самостоятельно написать на листке бумаги, кто из игроков имеет выигрышную стратегию, какую, и почему эта стратегия выигрышная.

Собрав у школьников листки, отпустите их и готовьтесь к следующему сеансу.

В качестве результата Вы должны предоставить в оргкомитет список фамилий лучших школьников (с указанием имени, класса, школы и номера карточки) и указать выставленную оценку. Оценки бывают двух типов:

«v» — ставится школьникам, успешно справившимся с задачей. Такие школьники получат диплом за победу в математических играх;

«e» — ставится школьникам, неплохо показавшим себя, но недостаточно хорошо, чтобы считаться победителем матигр. Такие школьники, получив еще одну оценку «e» по какому-нибудь другому предмету, будут награждены дипломами за победу в многоборье.

Вы можете оценивать не только письменные решения, но и работу школьника во время сеанса.

Ниже приводятся варианты некоторых игр (в основном, на идею симметричной стратегии и передачи хода).

Вовсе не обязательно ограничиваться приведённым ниже списком. Вы можете предлагать свои игры (на делимость, метод выигрышных позиций и т. д. и т. п.), важно лишь, чтобы задачи не были слишком сложны. Среди игр, выдаваемых для письменного решения, старайтесь избегать игр, хорошо известных школьникам (а в качестве примеров годятся и всем известные игры). Впрочем, это не очень важно.

[1] Предостережение: это возможно не всегда.

Условия математических игр

1. Двое по очереди ставят королей в клетки доски 9×9 так, чтобы они не били друг друга. Проигрывает тот, кто не может сделать ход.
Кто выигрывает при правильной игре? А если доска 8×8?

2. На концах клетчатой полоски $1 \times n$ стоит по шашке. За ход разрешается сдвинуть любую шашку в направлении другой на одну или на две клетки. Перепрыгивать через шашку нельзя. Проигрывает тот, кто не может сделать ход.
Кто выигрывает при правильной игре? Рассмотрите случаи разных n.

3. Вначале есть одна кучка из n спичек. Разрешается за ход разбить любую кучку на две непустые. Кто не может сделать ход — проигрывает.
Кто выигрывает при правильной игре сторон? Рассмотрите случаи разных n.

4. На каждой клетке доски $m \times n$ стоит по шашке. Игрок за один ход может снять с доски любое натуральное число шашек, стоящих подряд на вертикали или горизонтали. Кто не может сделать хода — проигрывает.
Как закончится игра для различных m и n при наилучшей игре сторон?

5. Двое по очереди разламывают прямоугольную шоколадку. За один ход разрешается сделать прямолинейный разлом по любому из имеющихся углублений. Выигрывает тот, кто первым отломит дольку 1×1.
Кто выигрывает при правильной игре?
Рассмотрите случаи: небольшие значения m и n,
размеры 10×4, 10×5, 5×1997, другие случаи.

6. Двое по очереди разламывают шоколадку. За один ход разрешается сделать прямолинейный разлом любого из имеющихся кусков вдоль углубления. Проигрывает тот, кто первым отломит дольку 1×1. Кто выигрывает при правильной игре, если шоколадка имеет размеры 10×10 ? Рассмотрите другие случаи.

7. На нескольких деревьях растут бананы. Играют двое. За ход разрешается съесть любое количество бананов с одного из деревьев. Проигрывает тот, кому нечего есть.
Кто из играющих: начинающий, или его партнёр, может обеспечить себе победу, если имеется
а) два дерева с одинаковым числом бананов;
б) два дерева с разным числом бананов;
в) три дерева с 1, 2 и 3 бананами соответственно;
г) три дерева с одинаковым числом бананов;
д) три дерева, на двух из которых одинаковое число бананов?
е) Кто выигрывает, если на одном дереве 2 банана, а на остальных по 1?
ж) Кто выигрывает, если на одном дереве 4 банана, а на остальных по 1 или 2?
з) Три дерева с 3, 5 и 7 бананами соответственно.
Рассмотрите другие случаи.

8. На шахматной доске размером 8×8 расставлены ладьи:
на каждом поле нижней линии — по белой ладье первого игрока,
а на каждом поле верхней линии — по черной ладье второго игрока.
Ходят по очереди, каждым ходом игрок может передвинуть одну из своих ладей по вертикали на любое число клеток навстречу вражеской ладье (перескакивать через чужую ладью нельзя).
Проигрывает тот, кто не может сделать ход.
Рассмотрите случаи других (прямоугольных) досок.

Решения математических игр

1. В случае 9×9 выигрывает первый: ставит короля в центральную клетку и далее ходит симметрично второму относительно центра. В случае 8×8 выигрывает второй: всегда ходит симметрично первому относительно центра.

2. В случаях вида $n = 3k + 2$ выигрывает второй, иначе — первый. Это легко проверить для $n = 3, 4, 5$. Далее рассуждаем так: если полоска длины $n = 3k$ или $n = 3k + 1$, то первый может своим ходом перейти к доске размером $3k - 1$ и выиграть там по стратегии второго; если же полоска длины $n = 3k + 2$, то при любом ходе первого второй может своим ходом перейти к доске размером $3k - 1$ и выиграть.

3. Если спичек чётное число, выигрывает первый: делит их на две одинаковые кучи и далее ходит симметрично первому.

Если спичек нечётное число, то выигрывает второй. Одно из решений: после хода первого образуются куча с чётным числом спичек и куча с нечётным числом спичек. Второй делит кучу с чётным числом спичек на две равные и далее в этих двух кучах ходит симметрично первому. В результате игра сводится к игре с меньшим количеством нечётных спичек, и опять ход первого игрока.

4. Если хотя бы одно из чисел m и n нечётно, выигрывает первый: он снимает центральный ряд и далее ходит симметрично второму. Если и m и n чётны, выигрывает второй: ходит симметрично первому относительно центра доски.

5. Если хотя бы одно из чисел m и n чётно, выигрывает первый: делит шоколадку на две одинаковые части и далее либо отламывает дольку 1×1, либо, если это невозможно, ходит симметрично последнему ходу второго.

Если m и n нечётны, игра более интересна (и сложна). Рассматривайте только конкретные ситуации.

6. Если хотя бы одно из чисел m и n чётно (кроме случая 2×1), выигрывает первый: делит шоколадку на две одинаковые части и далее ходит симметрично ходам второго.

Если m и n нечётны, игра более интересна (и сложна). Рассматривайте только конкретные ситуации.

7. Эта и следующая игры — одна и та же игра «Ним». Стратегия в общем случае связана с двоичным разложением чисел и слишком сложна для начинающих школьников. Поэтому стоит задавать только конкретные ситуации.

а) Выигрывает второй (симметричная стратегия).
б) Выигрывает первый (сводит к п. а)).
в) Выигрывает второй (своим первым ходом он всегда может свести ситуацию к пункту а)).
г) Выигрывает первый (съедает целое дерево).
д) Выигрывает первый (съедает третье дерево).
е) Выигрывает первый. Если количество деревьев с одним бананом нечётно, то первым ходом ест один из бананов на дереве, где росло 2 банана, а если чётно — то ест оба банана. Теперь осталось только чётное количество деревьев с одним бананом на каждом.
ж) Для подробного разбора задачи в этой книжке, к сожалению, не хватило места. Этот пункт похож на следующий.
з) Выигрывает первый. Первым ходом ест один банан с той пальмы, где их росло 7 штук. Условно разобьём оставшиеся на всех пальмах бананы по группам:

$$\begin{aligned} &\text{1-я пальма:} \quad 3 = 2 + 1 = 2^1 + 2^0; \\ &\text{2-я пальма:} \quad 5 = 4 + 1 = 2^2 + 2^0; \\ &\text{3-я пальма:} \quad 6 = 4 + 2 = 2^2 + 2^1. \end{aligned}$$

Заметим, что в результате оказалось выполнено условие: «количество бананов в каждой группе является степенью числа 2 и каждое такое число встречается ровно на двух пальмах по 1 разу».

Ниже мы докажем, что теперь: (*) после любого хода второго игрока это условие будет нарушено и (**) затем первый игрок своим очередным ходом это условие опять может восстановить.

Если первый игрок всегда будет пользоваться возможностью (**), то он каждый раз будет съедать один или несколько бананов. Т. к. бананов конечное число, они когда-нибудь кончатся, т. е. первый на каком-то ходу съест все оставшиеся банан(ы). После этого второму бананов не достанется и он таким образом проиграет.

Доказательство утверждения (*). Пусть вторым игроком было съедено N бананов, $N = n_1 + n_2 + n_3 + \dots + n_{max}$, где $n_1 < n_2 < n_3 < \dots < n_{max}$ и все n_i — (различные) степени числа 2. Тогда после поедания на пальме исчезнет группа из x бананов, где x — такое число, что $x \geqslant n_{max}$ и групп численностью y бананов ($x > y > n_{max}$) на пальме не было. Но по условию ещё на одной пальме тоже есть группа из x бананов, теперь оставшаяся без пары.

Доказательство утверждения (**). Пусть на пальме, где только что ел бананы второй игрок, росло $A = a_1 + a_2 + a_3 + \dots + a_{max}$ бананов, где все слагаемые a_i — (различные) степени числа 2 и $a_1 < a_2 < a_3 < \dots < a_{max}$. (Сумма $a_1 + a_2 + a_3 + \dots + a_{max}$ называется *двоичным разложением* числа A.) Пусть в результате того, что второй игрок съел какие-то бананы, на пальме исчезла группа из a_k бананов, а в наборе чисел $a_{k+1}, a_{k+2}, \dots, a_{max}$ никаких изменений не произошло (в частности, такие числа могут просто отсутствовать). Тогда первый игрок залезает на пальму, где есть группа из a_k бананов (единственная такая пальма есть по условию, т. к. до поедания бананов вторым игроком таких пальм было две, а теперь осталась одна). Первым делом он съедает там

все бананы из групп численностью меньше a_k (если такие группы там имеются). Теперь он «расформировывает» группу численностью a_k (такой группы остаться не должно, т. к. второй игрок ликвидировал её пару на соседней пальме) и составляет из неё такие группы численностью $1, 2, 4, 8, \ldots, a_k/2$, которые есть ещё на одной (и только на одной) пальме. Бананов для этого хватит, т. к. $2^0 + 2^1 + 2^2 + 2^3 + \cdots + 2^{n-1} < 2^n$ (для любого натурального $n \geqslant 1$), и ещё по крайней мере один банан останется. Лишние оставшиеся банан(ы) следует съесть. Утверждение (**) доказано.

8. Задача аналогична предыдущей — рассматривается случай 8 деревьев с 6 бананами на каждом (деревья — это вертикали шахматной доски, бананы — оставшиеся на них свободные клетки между вражескими ладьями).

КОНКУРС ПО АСТРОНОМИИ И НАУКАМ О ЗЕМЛЕ

Вопросы для конкурса предоставлены Домом научно-технического творчества молодёжи г. Москвы. (http://www.dnttm.ru)

Вопросы

1. Пролетая мимо Плутона, космонавт решил немного прогуляться в открытом космосе и заодно почитать вечернюю газету. Сможет ли он это сделать?

2. Есть ли на других планетах моря и океаны? А вулканы?

3. Во время сборки орбитальной станции «Мир» один монтажник бросил другому гаечный ключ, но промахнулся. Какова дальнейшая динамическая судьба ключа, станции и монтажника?

4. Почему так трудно предсказывать землетрясения?

5. 20 июня 1998 года над Москвой пронёсся сильный ураган. Почему сломанные деревья были повалены не везде, а в некоторых местах в виде полос? Почему образовался подобный ураган, каковы были его ширина у поверхности и скорость ветра? Чем он отличается от тропических тайфунов?

6. 23 сентября астрономы отмечают День осеннего равноденствия. Почему весеннее равноденствие (21 марта) происходит на 2 дня раньше?

7. Нетрудно подсчитать, что на поверхности Земли сила притяжения к Солнцу намного больше, чем к Луне. Почему же лунные приливы выше солнечных?

8. Наиболее красивые и удобные для обзора места в Москве (Крылатское, Поклонная гора, Воробьёвы горы, Коломенское) расположены на правом берегу Москвы-реки. Случайно ли это?

9. Известно, что можно определить стороны света по часовой стрелке. Каким образом это можно сделать, находясь в Эфиопии? А в Новой Зеландии?

10. Смогут ли жители лунных поселений наблюдать корону Солнца во время затмений?

Ответы на вопросы конкурса по астрономии и наукам о Земле (с комментариями и указанием типичных ошибок)

А. М. Романов, кандидат физико-математических наук

Вопрос № 1. *Пролетая мимо Плутона, космонавт решил немного прогуляться в открытом космосе и заодно почитать вечернюю газету. Сможет ли он это сделать?*

Ответ. Космонавт у Плутона может читать газету и без искусственного освещения.

Критерии оценки. Ответ «да» — 1 балл; указано, что освещённость достаточная — 1; указаны дополнительные необходимые условия — 1; итого — 3 балла.

Комментарий. Как известно, расстояние от Солнца до Плутона в 40 раз больше, чем до Земли. Соответственно, освещённость, которая уменьшается от расстояния как $\frac{1}{R^2}$, в открытом космосе около Плутона в 1600 раз меньше, чем около Земли. Оценим, достаточно ли этого для чтения. При этом будем считать, что минимальный уровень освещённости для чтения соответствует освещённости от полной Луны.

Способ 1. Видимая звёздная величина (логарифмическая шкала яркостей небесных объектов) полной Луны равна -13^m. Видимая звёздная величина Солнца на Земле (без поглощения в атмосфере) составляет -27^m, что на 14 звёздных величин ярче. Разница яркостей на 1 звёздную величину составляет 2,512 раз, на 4 — в 40 раз, на 5 величин — в 100 раз. Соответственно, для земного наблюдателя Солнце ярче Луны на $14 = 5 + 5 + 4$ величин, или в $100 \times \times 100 \cdot 40 = 400\,000$ раз, а около Плутона создаёт примерно в $400\,000/1600 = 250$ раз большую освещённость, чем полная Луна на Земле. Это соответствует ранним гражданским сумеркам или белым ночам на Земле и вполне достаточно для чтения.

Способ 2. Соотношение освещённостей от Солнца и полной Луны на Земле можно приблизительно оценить и без знания их видимых звёздных величин, поскольку известно, что Луна светит отражённым солнечным светом, а угловые размеры Луны и Солнца совпадают. Для этого Солнце от его действительного размера (радиус 700 тыс. км) увеличим до 150 млн. км, т. е. до радиуса орбиты Земли (но только мысленно!). Поверхностная яркость «раздутого Солнца» уменьшится как квадрат увеличения его радиуса, т. е. в 46 200 раз, Соответственно и Луна, как отражатель света на этом расстоянии от истинного Солнца, во столько же раз получает его меньше. Кроме этого, сама Луна отнюдь не зеркало, а весьма неровное каменистое тело, и отражает всего 7 % от падающего

на неё света, т. е. в итоге светит слабее Солнца на Земле в 660 000 раз, или в 400 раз слабее, чем Солнце на Плутоне.

Кроме этого, желательно указать в ответе, что для прогулки в открытом космосе около Плутона необходим скафандр со всеми системами жизнеобеспечения космонавта, что газету (бумажную) в свободном полёте разворачивать и читать можно, поскольку нет воздуха и ветра, и что такая газета должна передаваться электронными средствами связи и печататься непосредственно на борту корабля, иначе она через короткое время из «вечерней» станет «вчерашней», а затем и вовсе «исторической». Кстати, время пересылки радиосигнала от Земли до Плутона составляет примерно 5 часов 20 минут.

Типичные ошибки.

— На Плутон ещё не летают.

— На Плутоне «слишком темно» или «совсем темно».

— В открытом космосе космонавт «замёрзнет», или «в невесомости нельзя гулять», или нельзя «достать газету из кармана».

— В космосе не бывает вечера; на разных планетах вечер наступает в разное время.

Нетривиальные версии.[1]

— Плутон ещё не открыт.

— Космонавт сможет это делать только в далёком будущем, т. к. до Плутона несколько световых лет.

— Откуда в космосе вечерняя газета? Космонавт нигде не сможет купить газету.

— Газеты в космосе не летают!

— Читать старую газету неинтересно.

— В космосе нет воздуха, и солнечный свет не рассеивается.

— Свет от Солнца до Плутона не доходит, т. к. рассеивается на космической пыли.

— В космосе мельчайшие частицы изорвут всю газету в клочья.

— Газета в космосе может загореться.

— Газета в космосе испортится от радиации.

— В безвоздушном пространстве газета и её краска разлетится на молекулы.

— В безвоздушном пространстве газета станет круглой формы.

— В космосе очень сжатый воздух, и его газета сожмется.

— Газета и без кислорода хорошо читается.

— Т. к. у корабля, космонавта и газеты очень разные массы, то после встречи с Плутоном их скорости тоже будут сильно разные, и они разлетятся в разные стороны.

— Разные силы притяжения разорвут газету.

— На Плутоне нет притяжения, и космонавт улетит в космос.

— На Плутоне очень сильное притяжение, и космонавта с газетой раздавит.

— Космонавт не может прогуляться, а только пролетаться.

— Из-за невесомости космонавт сможет передвигаться маленькими прыжками.

— В космосе принять вертикальное положение и сделать вид, что прогуливаешься, очень трудно.

[1] Здесь и далее орфографические ошибки авторов исправлены.

— Космонавт закружится, испугается и отпустит газету.
— Космонавт не сможет спокойно почитать газету, т. к. его будет мотать из стороны в сторону.
— Космонавт успеет прочитать газету, т. к. на Плутоне вечер длится намного дольше, чем на Земле.
— Космонавт читать газету сможет, т. к. он умеет читать.
— Космонавт должен работать, а не газеты читать.

Вопрос № 2. *Есть ли на других планетах моря и океаны? А вулканы?*

Ответ. Вулканы, моря и океаны есть и на планетах Солнечной системы, и могут существовать в иных планетных системах.

Критерии оценки. Да — 1 балл; приведены конкретные примеры (Луна, Марс, Венера, Ио, Ганимед) — 1; указаны необходимые общефизические условия для иных планет — 1; итого — 3 балла.

Комментарии. Морем (океаном) следует называть объект в поверхностных слоях планетного тела, состоящий из жидкой (квазижидкой) среды и занимающий существенную часть планеты. В известном смысле можно сказать, что практически на всех планетах, т. е. на астрономических телах с массой более 10^{25} г, моря и океаны существуют или могут существовать, но, разумеется не только из воды H_2O, а также из иных жидких (или полужидких) веществ. Даже по отношению к нормальным звёздам поэтический образ М. В. Ломоносова, сравнившего Солнце с огненным океаном, имеет право на существование, т. к. движение высокотемпературной плазмы в сильных магнитных полях, что типично для поверхностных слоёв звёзд, имеет сильную турбуленцию и во многом похоже на поведение жидких сред. На всех планетах земной группы имеются моря, образованные разливами жидкой магмы, из которых наиболее известны моря на Луне. На поверхности Марса имеются следы мощных жидких потоков, следовательно, ранее могли существовать и моря (из воды?). Широко известные вулканы на Ио, как предполагают, питаются приповерхностными «морями» из жидкой серы и её соединений. Значительный жидкий слой (из воды?) предполагается под ледяной коркой на Ганимеде. Все планеты-гиганты и их массивные спутники должны иметь жидкие слои, составляющие в некоторых случаях основную часть этих планет и состоящие из метана (CH_4), аммиака (NH_3), водорода (H_2) и иных летучих соединений. Следует также указать, что необходимым условием существования на планете поверхностных немагматических морей является наличие достаточно мощной атмосферы.

Вулканом следует называть явление выброса жидких, полужидких или газообразных веществ на поверхность планетного тела сквозь разломы его твёрдых оболочек, создающее новые формы рельефа. Наиболее известные магматические вулканы находятся на Луне (недействующие), на Венере, самый высокий вулкан солнечной системы — гора Олимп (25 км высоты) — на Марсе. Активно действующие вулканы наблюдались на Ио (из сернистых соединений); на Луне отмечались выбросы газов в центре кратеров. Большое Красное пятно Юпитера, по-видимому, может быть связано с выбросом потока вещества из глубинных слоёв планеты. В качестве минимально предельного случая «вулкана» можно

рассматривать газовые струи, бьющие сквозь поверхностную корку на ядрах комет, как это наблюдалось для ядер комет Галлея в 1986 году и Хейла-Боппа в 1997 году.

Типичные ошибки.
— Морей нет.

Нетривиальные версии.
— На других планетах всё, как у нас: и моря есть, но без воды; и вулканы есть, но не работают.
— На других планетах не то что морей и океанов, а даже и растительности-то нет.
— Притяжение есть только у Земли, а у других планет — нет, поэтому и воды там нет.
— Морей нет, зато на Венере обнаружили лёд.
— Нет, потому что они там вовсе не нужны.
— Вулкан существует на планете Маленького принца Экзепюри.

Вопрос № 3. *Во время сборки орбитальной станции «Мир» один монтажник бросил другому гаечный ключ, но промахнулся. Какова дальнейшая динамическая судьба ключа, станции и монтажника?*

Ответ. Ключ выходит на новую самостоятельную орбиту вокруг Земли, параметры которой определяются направлением броска, монтажник летит в противоположную сторону с пропорционально меньшей скоростью, станция продолжает свой полёт.

Критерии оценки. Указан факт разлёта в невесомости в разные стороны — 1 балл; указаны различные скорости по закону сохранения импульса — 1; указан факт выхода ключа на новую орбиту в зависимости от направления броска — 1; указан факт возврата через один орбитальный оборот — 1; рассмотрен случай внутри станции — 1; итого — 5 баллов.

Комментарий. В качестве побочных случаев для данной задачи укажем на ситуацию в сборочном цехе на Земле (в этом случае ключ упадёт на пол, а кто-то из монтажников его подберёт) и внутри станции на орбите (ключ будет плавать в невесомости внутри станции и обо всех стукаться).

Основная ситуация, конечно, предполагает, что это происходит в открытом космосе вне станции, которая, будем считать, движется по круговой орбите вокруг Земли. В соответствии с законом сохранения импульса для системы «ключ-монтажник», оба объекта после броска начнут двигаться в противоположные стороны со скоростями, обратно пропорциональными их массам. При массе ключа 1 кг и скорости броска 5 м/с скорость монтажника относительно станции составит до 5 см/с, что заведомо не превосходит скорости его обычных движений. Станция, очевидно, также продолжит свой плановый полёт. Ключ же выйдет на самостоятельную эллиптическую орбиту вокруг Земли, параметры которой будут зависеть от направления броска.

При броске «вперёд» (по направлению полёта станции) ключ приобретает дополнительную кинетическую энергию и выйдет на более высокую относительно

станции (и монтажника) орбиту с несколько большим периодом обращения вокруг Земли, перигей которой будет находится в точке броска, а апогей — через пол-оборота. При броске «назад» орбита ключа будет в целом ниже орбиты станции, период несколько уменьшится, а апогей новой орбиты будет в точке броска. При бросках «вверх» и «вниз» большие полуоси новых орбит ключа будут равны радиусу орбиты станции, а его период равен орбитальному периоду станции, так что ключ будет пол-оборота лететь «выше» станции, а пол-оборота — ниже неё, сближаясь с ней через каждый орбитальный оборот. При бросках «вбок» («вправо» или «влево» относительно направления полёта станции и параллельно поверхности Земли) новая орбита ключа сохраняет прежний радиус и период, но несколько изменяет положение плоскости орбиты, так что ключ «отлетает» от станции «вбок» и возвращается вновь к ней через каждые пол-оборота.

При высоте полёта 300 км над поверхностью Земли станция будет иметь скорость 7,77 км/с и орбитальный период около 90 мин. «Мини-орбита» ключа вокруг станции при таком же периоде составит около 8,6 км в диаметре, и при любых бросках «поперёк» движения станции ключ, описав такую мини-орбиту, возвращается через 45 минут к станции, как бумеранг (монтажники, внимание!). Кроме этого, при бросках «вперёд» или «назад» орбитальный период ключа относительно периода станции за счёт перехода на более высокую или более низкую орбиту изменится на 0,00037, что соответствует дополнительной скорости ключа «вдоль» орбиты станции в 2,9 м/с. За счёт этого изменения орбитальной скорости, ключ при броске «вперёд» за каждый орбитальный оборот будет отставать от станции на 15,5 км, а при броске «назад» — обгонять её на такую же величину.

Таким образом, траектория ключа относительно станции при броске, например, «вперёд» будет представлять собой вытянутую циклоиду: сначала ключ полетит вперёд по направлению броска со скоростью 5 м/с, затем начнёт тормозить и отклоняться «вверх», через пол-оборота наберёт максимальную высоту над станцией около 5 км и максимальную скорость «назад», затем вновь начнёт «снижаться» и «ускоряться», однако «опустится» на первоначальную орбиту станции, сильно от неё отстав (на 15 км), и больше её уже не догонит, т. к. пойдёт на следующий виток циклоиды[1]. Существует некоторая положительная вероятность последующей встречи ключа и станции (следующее после броска сближение на орбите ожидается через 167,5 суток), однако с учётом размеров станции (около 50 м) и существенной неустойчивости реальных орбит, эта вероятность пренебрежимо мала. При броске «назад» ключ летит «назад», «вниз», «сильно вперёд», «вверх», и в итоге за один орбитальный период на 15 км станцию «обгоняет».

Но в любом из рассмотренных случаев монтажник, бросивший ключ, получит строгое должностное взыскание за нарушение техники безопасности монтажных работ, засорение космического пространства посторонними предметами, и, скорее всего, будет списан на Землю.

Типичные ошибки.

— Ключ упадёт на Землю.

[1] Эту разновидность циклоидальных кривых правильнее называть эпитрохоидой.

— Ключ в невесомости повиснет на одном месте.
— Ключ полетит прямо.
— Монтажник полетит вслед за ключом.
— Станция упадёт в Тихий океан.
— Станция может развалиться, если её не завинтить.

Нетривиальные версии.
— Мы-то знаем, что «Мир» достроили.
— Ключу ничего не будет, и станции тоже.
— Если ключ ударится о «Мир», то «Мир» может подвинуться.
— Ключ упадёт в ненужном месте.
— Ключ может провалиться и куда-нибудь затеряться.
— Гаечный ключ придётся ловить сачком.
— Т. к. в космосе нет ни трения, ни земного притяжения, ключ улетит в бесконечность.
— Из-за невесомости в космосе никогда нельзя попасть туда, куда нужно.
— Монтажник останется жив, и ключ тоже.
— Монтажники достроили станцию и улетели домой.
— Монтажнику придётся купить новый ключ.
— Если монтажник потянется за ключом, он может не удержаться.
— Монтажник преодолел инерцию и полетел, увлекая за собой станцию.
— Монтажник будет разочарован.
— Монтажника будут долго ругать.
— Другой монтажник, от которого отскочил ключ, остался жив, живёт сейчас и часто вспоминает этот случай.
— Монтажник начнёт гоняться за ключом в безвоздушном пространстве и когда-нибудь его поймает.
— Если монтажник сообщит ключу вторую космическую скорость, то ключ начнёт вращаться вокруг Солнца, а монтажник упадёт на Землю.

Вопрос № 4. *Почему так трудно предсказывать землетрясения?*

Ответ. Землетрясения имеют неявные (скрытые) причины, случайный характер и очень быстрое развитие во времени.

Критерии оценки. Указан смысл предсказания (место, время, магнитуда) — 1 балл; указан случайный характер процесса — 1; указаны геодинамические причины землетрясений — 1; указан факт недоступности области процесса и иные технические проблемы — 1; итого — 4 балла.

Комментарий. Первопричиной всех тектонических явлений на поверхности Земли (и других планет), в т. ч. землетрясений, является взаимное движение литосферных плит земной коры с типичными скоростями 1–2 см/год (максимальное значение до 10 см/год). Это равномерное в своей основе движение кусков коры приводит к постоянному накоплению механических напряжений в горных породах в зонах геологических разломов, которые время от времени, случайным образом сбрасываются за счёт разрушения (растрескивания) пород в очаге землетрясения и быстрого «проскакивания» соседних слоев друг относительно друга на расстояния до нескольких метров.

Вследствие:
а) недоступности очага землетрясения для непосредственного наблюдения и измерений (очаги землетрясений располагаются на глубинах до 33 км),
б) непредсказуемости структурного состояния пород и их предела прочности в данном конкретном месте и в данных условиях, а также
в) кратковременности самого процесса разрушения и тектонической подвижки (скорости сейсмических волн достигают 8 км/с, т. е. могут превышать 1-ю космическую скорость, а средняя продолжительность землетрясения на поверхности 5 — —10 с), — можно сказать, что предсказание землетрясения, т. е. указание для будущего события его места (эпицентра), времени и силы (магнитуды), является теоретически невозможным.

Единственное, что возможно для параметров предстоящего землетрясения, это их вероятностные оценки. Для этого применяются методы сейсмического районирования и наблюдения предвестников землетрясений.

Сейсмическое районирование означает определение границ сейсмически опасных районов на поверхности Земли с указанием максимальной магнитуды (M) землетрясения, возможного в данном районе. Оно осуществляется на основе глобальной геодинамики и сведений о всех известных предыдущих землетрясениях, и применяется в первую очередь для создания норм сейсмостойкого строительства и сейсмобезопасности. В среднем на Земле каждый год происходит землетрясение силой более 8,0 M по Рихтеру, приводящее к разрушению большинства зданий в его эпицентре. Известно также, что при катастрофических землетрясениях (11 баллов по Меркалли или 8,6 M Рихтера), которые могут повторяться до 10 раз в столетие, наблюдаются колебания грунта с ускорением до 10^5 см/с, что почти в 100 раз больше ускорения свободного падения, подбрасывание предметов в воздух и так называемые «земляные волны» на поверхности.

Во всех сейсмически опасных районах ведётся мониторинг предвестников землетрясений, среди которых можно назвать: рои слабых предшествующих толчков; микродвижения (до 1 мм/год) и наклоны земной поверхности (до 10^{-8} рад); деформации горных пород; изменения уровней грунтовых вод и содержания в них радона (радиоактивный газ); изменения скоростей распространения сейсмических волн; локальные изменения магнитного поля и электрического сопротивления горных пород; и даже специфические возмущения в ионосфере. В качестве неинструментального индикатора воздействия предвестников землетрясений на живые организмы известно аномальное поведение животных. Однако, очевидно, что все предвестники сигнализируют тем или иным образом лишь о факте нарастания механических напряжений в земной коре, но не дают информации о «спусковом механизме» предстоящего землетрясения, его моменте во времени и количестве одновременно высвобождаемой энергии. Таким образом, в современных условиях можно утверждать, что большинство будущих землетрясений предсказано, к сожалению, не будет. Кроме этого, в силу особой социальной значимости землетрясения, его ошибочный (несостоявшийся) прогноз является неприемлемым.

Сильнейшие инструментально измеренные землетрясения с магнитудой 8,9 происходили 31.01.1906 г. около Эквадора (продолжительностью около 3 ми-

нут) и 03.03.1933 г. около Санрику, Япония. Каждое из них выделяло энергию в 10^{25} эрг, что превосходит энергию водородной бомбы. В среднем 10 000 человек ежегодно погибает вследствие землетрясений. Наиболее катастрофическое землетрясение в 20 веке произошло 28.07.1976 г. в г. Тяншань, Китай (7,8 M, 243 000 погибших), а в истории человечества — 23.01.1556 г. в Шаньси, Китай (8,0 M, 830 000 погибших). Общее энерговыделение землетрясений на Земле — 10^{26} эрг/год.

Типичные ошибки.

— Природу вообще трудно предсказывать.

Нетривиальные версии.

— Землетрясения происходят в тропосфере и ни от чего не зависят.

— Землетрясение состоит из нескольких толчков: один предупредительный, а остальные — разрушающие.

— Т. к. литосферных плит целых 7, то какая из них подвинется следующая, никто не знает.

— Землетрясение — это химический процесс; солнечные лучи воздействуют на почву, и она разламывается.

Вопрос № 5. *20 июня 1998 года над Москвой пронёсся мощный ураган. Почему сломанные деревья были повалены не везде, а в некоторых местах в виде «полос»? Почему образовался подобный ураган, какова была его ширина у поверхности земли и скорость ветра? Чем он отличается от тропических тайфунов?*

Ответ. Ураганный ветер (до 30 м/с) возник из-за столкновения двух атмосферных фронтов с большой разностью температур и давления воздуха, имел зону действия около 30 км × 300 км и причинил разрушения в местах прохождения наиболее быстрых вихрей воздуха.

Критерии оценки. Указан вихревой характер воздушного потока — 1 балл; указано столкновение атмосферных фронтов — 1; указаны основные параметры шквала — 1; указано, что тайфуны имеют природу большого самоподдерживающегося вихря и регулярны — 1; итого — 4 балла.

Комментарий. Любой поток воздуха, а тем более такой мощный, как ураган, имеет не равномерный характер, а вихревой. Примеры таких вихрей можно наблюдать на клубах дыма, облаках и других видимых потоках. Их размеры в свободной атмосфере составляют от сотен до десятков метров. Поток в целом характеризуется некоторой средней скоростью, а скорость движения воздуха в данной точке — её моментальной скоростью. Моментальная скорость варьируется относительно средней в достаточно широких пределах и может значительно её превышать (иногда в несколько раз). Вместе с тем известно, что сила аэродинамического сопротивления любого тела в потоке пропорциональна квадрату скорости потока. Таким образом, если моментальная скорость воздуха в локальном вихре превысит среднюю, например, в 3 раза, то сила давления на препятствия этому потоку может возрасти почти в 10 раз. Поэтому понятно, что вывал деревьев происходит не повсеместно, а в тех зонах, где более «быстрая» половина вихрей касалась и «прокатывалась» по поверхности земли,

шириной в десятки и длиной в сотни метров. Подобное же воздействие при шквалистом ветре можно наглядно видеть на поверхности небольших водоёмов или на равномерно засеянном поле.

Ураганные ветры на средних равнинах могут возникать из-за столкновения двух атмосферных фронтов с сильно различными температурами и давлениями воздуха в них. Горизонтальные размеры таких фронтов составляют сотни километров. 20.06.1998 г. над Москвой встретились воздушные массы относительно сухого воздуха с температурой $+35°$C и влажного с температурой $+10\ldots15°$C. Когда вследствие взаимного движения фронтов более тяжёлый холодный воздух оказался над более лёгким тёплым, возникли условия динамической неустойчивости; тёплый воздух начал подниматься вверх, а холодный — падать вниз с большой скоростью, образуя мощные потоки и вихри. Ширина полосы разрушительного урагана составила 20–30 км, протяженность — до 300 км, скорость ветра — до 30 м/с. Повторяемость подобных ураганов, иногда сопровождаемых также смерчами, для конкретной местности составляет несколько раз в столетие. В условиях городской застройки воздушные потоки в приземном слое могут как ускоряться в узкостях, так и тормозится зданиями, но этот фактор не является главным; нередко в одинаковых соседних дворах картина была совершенно различной: от отсутствия повреждений до полного вывала деревьев.

Тропические тайфуны, напротив, являются типичным явлением и повторяются десятки раз за сезон. Они образуются в тропических зонах, где Солнце светит отвесно и сильно нагревает поверхность и нижний слой воздуха. При этом неравновесные условия в атмосфере создаются практически повсеместно, особенно над ровной поверхностью океана. Любая спонтанно возникшая конвективная ячейка перетекания нагретого воздуха вверх, а холодного — вниз, в этих условиях может разрастаться, увеличивая свой масштаб и мощность. Двигаясь по океану, тайфун приобретает устойчивую спиральную структуру, вовлекающую в себя все новые и новые неустойчивые области воздуха, и высвобождаемую потенциальную энергию переводит в скорость ветра, которая может достигать 60 м/с (более 200 км/час). Тайфуны вызывают в океане волнение до 20 м высотой, наводнения за счёт большого количества осадков и нагонов воды, многочисленные и катастрофические разрушения.

Типичные ошибки.

— Деревья падали на открытых местах, а дома ветер задерживали.
— В городе здания создают «аэродинамические коридоры», где ветер усиливается.
— Падают старые деревья.
— Деревья падают рядами, т. к. одно падает на другое.
— Деревья падают рядами, т. к. они в городе рядами посажены.

Нетривиальные версии.

— Где урагану удобнее ломать деревья, там он и действует.
— Ураган, как единое тело, идёт в одном направлении.
— Деревья падали там, где сила притяжения Земли немного больше.
— Скорость ветра указать не могу, т. к. была в это время на даче.

— Ураган обычно подхватывает деревья и долго несёт их в себе, а потом, ослабевая, опускал их все сразу на землю.
— Когда дерево падает на землю, оно создаёт такой грохот, что другие деревья не выдерживают и тоже начинают падать.
— Ураган образовался из-за сильного скопления туч на небе, для разгона которых потребовался сильный ветер.
— Молекулы воздуха шли с большой скоростью в виде групп, т. к. Москва — не лысое поле.

Вопрос № 6. *23 сентября астрономы отмечают День осеннего равноденствия. Почему весеннее равноденствие (21 марта) происходит на 2 дня раньше?*

Ответ. Из-за эллиптической формы своей орбиты Земля одну её половину проходит быстрее, чем другую.

Критерии оценки. Указан факт эксцентриситета орбиты Земли — 1; дано описание движения Земли по орбите и смена сезонов — 1; итого — 2 балла.

Комментарий. На самом деле, если просто подсчитать число дней по календарю, то за счёт месяца февраля, укороченного на 3 дня, и за счёт «дополнительного» 31-го дня в августе (в честь Августа), весеннее равноденствие наступает не на 2 дня, а на 7 или 8 дней раньше в зависимости от високосного года. Так что неравномерность нашего календаря не только не является причиной этого, а наоборот, будучи отражением неравномерного движения Солнца, остаётся все же «недостаточной» для компенсации этого разрыва. В 1998 году Солнце пересекло небесный экватор снизу вверх (т. е. изменило своё склонение с отрицательного на положительное) 20 марта в 19 часов 54 минуты 31 секунду всемирного времени (UT), а в обратном направлении — 23 сентября в $5^h37^m11^s$ UT. Таким образом, период от весеннего равноденствия до осеннего, когда Солнце находилось выше небесного экватора, составил 186,4046 суток. При общей продолжительности года в григорианском календаре в 365,2425 суток, на противоположный период от осеннего до весеннего равноденствия остаётся 178,8378 суток, или на 7,5668 дня (!) меньше.

Происходит это из-за того, что орбита Земли вокруг Солнца не круговая, а эллиптическая с эксцентриситетом (т. е. смещением фокуса относительно центра орбиты) 0,017. Поэтому в точке перигелия (ближайшей к Солнцу), которую Земля проходила в 1998 году 04 января в $21^h15^m01^s$ UT, её расстояние от Солнца составляло 147 099 552 км, а в противоположной точке орбиты, в афелии, где Земля была 03 июля в $23^h50^m11^s$ UT, это расстояние было 152 095 605 км, т. е. на 5 млн км больше. Это изменение расстояния до Солнца также хорошо заметно по изменению его видимого углового размера, который от $32'34''$ в январе уменьшается до $31'30''$ в июле. Так что можно обоснованно утверждать, что на Земле самый «солнечный и тёплый» месяц в году — январь, а самый «холодный» — июль.

В соответствии со 2-м законом Кеплера, момент количества движения тела по орбите постоянен, а соответственно, его орбитальная скорость обратно пропорциональна радиусу-вектору. Поэтому скорость движения Земли по орбите

также не постоянна, а изменяется от $29,5$ км/с в верхней части орбиты (июль) до 30,3 км/с в нижней (январь). Соответственно, и расстояние от точки осеннего равноденствия на орбите до весеннего Земля проходит пропорционально быстрее, чем противоположную, летнюю часть.

Типичные ошибки.
— Потому, что в феврале на 2 дня меньше.
— Из-за неравномерного календаря; первые три месяца короче, чем последние.
— Потому, что солнечный год длиннее календарного.
— Потому что календарный год отличается от звёздного.
— Потому что звёздные сутки короче солнечных.

Нетривиальные версии.
— Потому что числа идут: 23, 22, 21, 22.
— Из-за того, что часто меняли календарь.
— Для того, чтобы быстрее лето наступало.
— Т. к. весна — это переход от холодного времени года к тёплому, а наша планета всё ближе и ближе к Солнцу.
— Из-за того, что Земля не круглая, а в виде яйца.
— Первый день Солнце подходит к зениту, ночь оно в зените, а на второй день тихо отходит.
— В разных частях света равноденствия происходят в разное время.
— Так как бывают более короткие и более длинные дни.
— Т. к. орбита Земли не круглая, то одна половина её короче, чем другая.
— Потому что угол падения солнечных лучей быстрее увеличивается, чем уменьшается.

Вопрос № 7. *Нетрудно подсчитать, что на поверхности Земли сила притяжения к Солнцу намного больше, чем к Луне. Почему же лунные приливы выше солнечных?*

Ответ. Поскольку Луна существенно ближе к Земле, чем Солнце, то лунная приливная сила оказывается больше.

Критерии оценки. Указана природа лунных и солнечных приливов — 1; указано, что близость Луны принципиальна — 1; указана зависимость приливных сил, как $\frac{1}{R^3}$ — 2 балла; итого — 4 балла.

Комментарий. Сила гравитационного притяжения пропорциональна массе M притягивающего тела и обратно пропорциональная квадрату расстояния R до него. Соответственно, на поверхности Земли сила притяжения к самой Земле ($M_{\text{Земли}} = 6 \cdot 10^{27}$ г, $R_{\text{Земли}} = 6378$ км) составляет $1\,g$, к Солнцу ($M_{\text{Солнца}} = 2 \cdot 10^{33}$ г, $R_{\text{Солнца}} = 150 \cdot 10^6$ км) — $0,00058\,g$, а к Луне ($M_{\text{Луны}} = 7 \cdot 10^{25}$ г, $R_{\text{Луны}} = 384 \cdot 10^3$ км) — всего $0,0000031\,g$, т. е. в 190 раз слабее, чем к Солнцу. Очевидно также, что в однородном силовом поле никаких приливов не будет.

Однако, поле тяготения не является однородным, а имеет центр в притягивающей массе M. Соответственно, для любого тела с конечными размерами будет существовать разница сил тяготения на противоположных краях, которая и называется приливной силой. Нетрудно показать, что приливная сила, как

производная от силы тяготения, обратно пропорциональна третьей степени расстояния $\frac{1}{R^3}$ от центрального тела. Поэтому Луна, которая находится к Земле существенно ближе, несмотря на свою малую массу, создаёт приливную силу почти в 2 раза большую, чем Солнце.

Каждое из этих светил создаёт во внешних оболочках Земли, прежде всего в океане, длинную приливную волну, два горба которой расположены на ближней и дальней сторонах Земли. Естественно, что лунный прилив движется по поверхности Земли вслед за движением Луны, а солнечный, вдвое меньший — за Солнцем. Во время полнолуний и новолуний, когда Луна и Солнце встают относительно Земли примерно на одну прямую, их приливные волны складываются, и наступает максимальный, т. н. «сизигийный» прилив; а когда они во время первой или последней четвертей Луны расходятся на небе на 90°, т. н. «квадратурные» или разностные приливы имеют минимальную высоту.

Высота приливной волны в открытом море в тропической зоне (для бесконечного океана) составляет около 0,5 м, однако в реальных морях её высота и форма определяется береговой линией и распределением глубин. Максимальные по высоте океанические приливы на Земле наблюдаются в заливе Фанди (Северо-западная Атлантика) — до 18 м. Приливы в земной коре, амплитуда которых составляет до 0,2 м, могут служить одним из «спусковых механизмов» для землетрясений.

Типичные ошибки.
— Луна притягивает к себе только лёгкую воду, а Солнце притягивает к себе всю Землю равномерно.

Нетривиальные версии.
— Потому что Луна — твёрдое тело, а Солнце — жидкое.
— Потому что Солнце имеет высокую температуру, а Луна — низкую.
— Луна принимает такие фазы, когда её притяжение особенно сильно.
— Ни лунных, ни солнечных приливов не существует, т. к. ни там, ни там нет воды.
— Потому что приливы происходят в разное время суток, а сила притяжения в течение дня меняется.
— Во время полнолуния люди становятся лунатиками (не все), поэтому лунные приливы сильнее.
— Потому что Луна совершает только колебательные движения, не вращаясь вокруг своей оси.
— Луна создаёт приливы непосредственно в океане, а сила притяжения Солнца идёт на удержание Земли на орбите.

Вопрос № 8. *Наиболее красивые и удобные для обзора места в Москве (Крылатское, Поклонная гора, Воробьёвы горы, Коломенское) расположены на правом берегу Москвы-реки. Случайно ли это?*

Ответ. Не случайно, поскольку правые[1] берега рек сильнее размываются.

[1] Только в Северном полушарии; см. далее.

Критерии оценки. Указан подмыв правого берега — 1; указано вращение Земли, как причина — 1; упомянуты закон Бэра или сила Кориолиса — 1; итого — 3 балла.

Комментарий. Образование рек и эволюция речных долин, безусловно, являются не случайными, а определяются такими общими факторами, как интенсивность и периодичность выпадения осадков в данном регионе, особенности рельефа местности и свойства подстилающих пород. Во-первых, очевидно, что воды, стекающие с площади водосбора, в целом движутся по уклону рельефа, который и определяет генеральное направление собирающей реки.

Во-вторых, течение реки, встречая на своем пути локальные препятствия, будет отклоняться ими в ту или иную стороны, создавая повороты речного русла. В силу инерции движущейся воды на каждом таком повороте верхний, более быстрый слой будет отбрасываться к внешнему берегу, а придонный — к внутреннему. Создающееся при этом водоворотное течение будет интенсивнее подмывать внешний берег, переносить взятый материал и откладывать его на внутреннем берегу реки. За счёт этого механизма внешний берег на повороте речного русла будет постоянно отступать, а любые изгибы реки, соответственно, увеличиваться. Эта принципиальная неустойчивость русла и способность рек к развитию своих изгибов и петель называется «меандрированием» по реке Меандр в Малой Азии.

Замечено также, что все реки интенсивнее подмывают свой правый[1] (по течению) берег, так что речные долины с течением времени смещаются вправо. Это явление получило название закона Бэра. Впоследствии было установлено, что в южном полушарии Земли реки подмывают свой левый берег. Это объясняется действием силы инерции в неинерциальной, вращающейся системе координат (Земля), которая называется силой Кориолиса. Она отклоняет любое движущееся тело вправо в северном полушарии и влево — в южном. Её величина пропорциональна скорости движения и синусу широты места. Соответственно, в Евразии все реки «прижаты» в своих руслах к возвышенностям на правом краю речных долин. (Контрпример: Боровицкий холм Кремля — на левом берегу Москвы-реки.)

Типичные ошибки.
— Потому что на правом берегу местность более холмистая.
— Т. к. Москва стоит на 7-ми холмах.
— Люди изначально начали селиться на правом берегу.
— Это предосторожность от затопления.

Нетривиальные версии.
— Эти места специально выбрал Юрий Долгорукий.
— Потому что с левой стороны часто нападали иностранцы.
— Слева были набеги недругов, а справа мы от них защищались.
— Правые берега выше левых, особенно в нашей стране.
— Поверхность России в целом наклонена на север.
— Не случайно, т. к. если один берег поднимается, то другой — опускается.
— На правом берегу солнце больше освещает землю, чем на левом.
— На правом берегу Москвы-реки более плодородная почва.

— Река имеет большее влияние на правый берег.
— Раньше река разливалась на правый берег, вымывая красивые места.
— Литосферные плиты активнее двигались у правого берега, и строение земной коры там более гористое.
— Правый берег выше из-за прошедшего там ледника.
— Не случайно, потому что хотели более лучше украсить правый берег.
— На правом берегу Москвы-реки наступает рассвет.

Вопрос № 9. *Известно, что можно определять стороны света по часовой стрелке. Каким образом это можно сделать, находясь в Эфиопии? А в Новой Зеландии?*

Ответ. В наших широтах половина (биссектриса) угла между 12 и часовой стрелкой, направленной на Солнце, показывает юг, в Новой Зеландии — между 12, направленной на Солнце, и часовой стрелкой — север, а в Эфиопии этот метод не действует.

Критерии оценки. Правильно описан метод часовой стрелки — 1 балл; указано вертикальное положение на экваторе — 1; указано обратное движение Солнца над севером для Южного полушария — 1; итого — 3 балла.

Комментарий. Обычный метод определения сторон света по Солнцу и часовой стрелке, как известно, состоит в следующем: часовая стрелка на циферблате направляется на Солнце, угол между ней и цифрой 12 делится пополам, и эта линия и есть направление на юг (для декретного времени берётся цифра 1, для летнего декретного — цифра 2). Этот метод даёт приемлемую для ориентирования на местности ошибку до 30° в северных широтах (выше 50°), где Солнце можно предполагать движущимся вдоль южной части горизонта слева направо с угловой скоростью, вдвое меньшей, чем угловая скорость часовой стрелки, и находящимся над точкой юга приблизительно в 12 часов среднего солнечного времени, или в 13 часов декретного, или в 14 часов декретного летнего времени.

В экваториальной части Земли (например, в Эфиопии) Солнце на небе движется почти перпендикулярно линии горизонта, проходя около полудня недалеко от зенита. Очевидно, что ориентирование по Солнцу и часам в это время практически невозможно. В утренние часы, от 6 до 9 часов, Солнце поднимается на восточной стороне горизонта, а в вечерние — с 15 до 18, — опускается на западной.

В южном полушарии Земли Солнце движется вдоль северной стороны горизонта справа налево, в обратную сторону относительно часовой стрелки. Данный метод также можно применять в высоких южных широтах (например, в Новой Зеландии), только на Солнце нужно направить цифру 12 на часах (или 1, или 2, соответственно), а не стрелку, и полученное направление биссектрисы угла между Солнцем и стрелкой будет показывать направление на север, а не на юг.

Типичные ошибки. — Направление на юг можно определить только в полдень.
— Можно ориентироваться по часовым поясам.

Нетривиальные версии.
— Не знаю, ни там, ни там не был.
— В Новой Зеландии всё наоборот.

— Эфиопия и Новая Зеландия находятся в других часовых поясах, и там узнать стороны света нельзя.
— Солнце быстро или медленно, но всё-таки двигается на запад.
— Часовую стрелку будет заклинивать, а вот как — не знаю.
— Если поставить стрелки часов на нужное время, то определить стороны света можно.
— Часовую стрелку отклоняет на север.
— Если положить часы и подождать, пока они остановятся, то часовая стрелка будет показывать на ближайший магнитный полюс; в Эфиопии ближайший магнитный полюс — северный, и стрелка покажет на север; в Новой Зеландии — южный, и стрелка покажет на юг.
— В северном полушарии вода в ванной спускается по часовой стрелке, а в южном — против часовой стрелки.

Вопрос № 10. *Смогут ли жители лунных поселений наблюдать корону Солнца во время затмений?*

Ответ. Не смогут.

Критерии оценки. Ответ «Нет.» — 1 балл; указаны значительно большие размеры Земли — 1; указано преломление света в земной атмосфере — 1; указана возможность наблюдения короны при заходе Солнца — 1; итого — 4 балла.

Комментарий. Прежде всего целесообразно напомнить, что на Земле корону Солнца нельзя видеть в любое время из-за рассеянного в земной атмосфере света вокруг солнечного диска, поскольку излучение короны в миллион раз слабее, чем самого Солнца. Во время полного солнечного затмения, когда Луна полностью закрывает диск Солнца, а размеры пятна лунной тени на поверхности Земли достигают нескольких сотен километров, яркость земного неба в центре полосы затмения может уменьшаться до 10^{-9} от яркости Солнца, и корона на этом фоне становится видимой.

На Луне, как известно, атмосферы нет, нет и рассеяния света. Однако, в обычных условиях, без затмений, прилегающая к диску Солнца корона не будет видна из-за слишком большого перепада яркости (в 10^6 раз). Единственным небесным телом, способным для лунного наблюдателя затмить Солнце, является Земля. Однако, размеры Земли в 3,7 раз больше, чем размеры Луны, соответственно, на лунном небе она будет занимать во столько же раз больше места, чем Луна на земном небе, и закроет не только само Солнце, но и солнечную корону тоже.

Кроме этого, во время солнечного затмения на Луне свет от Солнца преломляется в земной атмосфере и заходит внутрь конуса геометрической тени. Этот преломленный солнечный свет для земного наблюдателя, который в это время наблюдает лунное затмение, создаёт так называемый «пепельный» или «багровый» цвет Луны, а для лунного наблюдателя образует вокруг тела Земли ярко светящийся ободок земной атмосферы, который также полностью перекрывает свечение солнечной короны.

Единственным случаем, когда с поверхности Луны можно увидеть солнечную корону, являются лунные восходы и заходы Солнца, которые на Луне происхо-

дят через полмесяца. Но и при этом, когда диск Солнца находится непосредственно под горизонтом Луны, над ним можно видеть только часть солнечной короны. Таким образом, естественным путём с поверхности Луны никогда нельзя увидеть солнечную корону полностью.

В качестве же самого простого искусственного метода её наблюдения можно предложить закрыть диск Солнца пальцем или каким-нибудь иным, специально приспособленным для этой цели диском.

Типичные ошибки.

— Нет, т. к. на Луне пока никто не живёт.

Нетривиальные версии.

— Смогут, т. к. Земля гораздо меньше Солнца.
— И мы бы не увидели корону Луны, если бы Луна стала Солнцем.
— Луна так расположена, что свет не может достичь Луны.
— Смогут, т. к. корона — это солнечные лучи, а они очень длинные.
— Не смогут, т. к. им будут мешать другие планеты.
— Не смогут, т. к. корона образуется над ними и будет им слепить глаза.
— Корона отражается от атмосферы Земли, поэтому на Земле она видна.
— На Луне нет атмосферы, — и корона там не видна.
— На Луне свой календарь затмений.

КОНКУРС ПО ФИЗИКЕ

Задания

На листе с заданием было приведено следующее разъяснение:

После номера задачи в скобках указано, каким классам эта задача рекомендуется. Решать задачи не своего класса разрешается. Обращайте внимание на качество физических объяснений: работа, в которой хорошо, с объяснениями, решены две-три задачи, будет высоко оценена — выше, чем работа, в которой имеются нечёткие рассуждения по многим задачам.

1. (7–11, экспериментальная) Имеется прибор, в состав которого входят две лампочки, два патрона и два выключателя. Одним выключателем можно включать и выключать одну лампочку, другим — другую, независимо от того, в какой из патронов вкручена каждая лампочка. Предложите способ изготовления такого прибора.

Примечание: такой прибор имеется у члена жюри, проводящего конкурс. Вы можете или «разгадать» схему именно этого устройства, или предложить свою. Во время конкурса прибор включался в обычную сеть 220 вольт; участникам разрешалось изучать «прибор»: вкручивать, выкручивать, менять местами лампочки (также прилагалась одна обычная лампочка), «щёлкать» выключателями, проделывать другие манипуляции (после предварительного одобрения жюри!)

2. (10–11, экспериментальная) У жюри имеется прибор с тремя контактами (A, B и C) и вольтметр. Результаты измерений этим вольтметром напряжений меж-

ду точками A и B, B и C, C и A таковы, что их числовые значения не могут являться сторонами треугольника. Укажите причину, по которой это может происходить.
Прибор представлял собой батарейку, к которой были последовательно подсоединены три контакта и два резистора между ними. Всё это было смонтировано без корпуса, чтобы участники могли видеть электрическую схему, номиналы батарейки и резисторов. Также прилагался школьный демонстрационный вольтметр с прозрачным корпусом. Вся эта конструкция предоставлялась участникам для самостоятельного изучения. Школьникам также сообщалось, что вольтметр исправен и никаких скрытых проводов и других «хитростей» в схеме нет.

3. (7–9) Петя вымыл стакан горячей водой и поставил его на стол вверх дном. Через некоторое время стакан вдруг сам собой передвинулся. Помогите Пете разобраться, как такое может быть.

4. (9–11) Человек наблюдает за вертикальным падением камня. В момент времени t_1 высота камня была h_1=100 м. Через 2 секунды (в момент времени t_2) высота стала h_2=10 м.
С какой высоты падал камень?

5. (7–8) Недавно в Москве был сильный ураган, поваливший и вырвавший с корнем много деревьев. Трава, которую, казалось бы, выдрать намного проще, чем дерево, при этом практически не пострадала. Почему?

6. (9–11) Рассказывают, что один скептически настроенный физик, наблюдая по телевизору прямую трансляцию высадки первого человека на Луну, внимательно посмотрел на Нейла Армстронга, на его приборчик, который висел на поясе у Нейла на шнуре, на свои часы и через некоторое время сказал: «Действительно, это не постановка, а Луна!» Почему он так решил?

7. (10–11) В колбу, заполненную водой, вставлена пробка с капилляром (см. рисунок). Между пробкой и поверхностью воды находится небольшое количество воздуха. Колбу поставили на газовую плиту и начали греть. Качественно постройте график зависимости высоты жидкости в капилляре от времени.

8. (10–11) На гладкой горизонтальной поверхности на одной из боковой граней лежит призма. Углы призмы, прилежащие к этой грани, равны соответственно α

и β. Сверху на призму равномерно вертикально падают со скоростью v маленькие шарики. Ударившись об грань призмы, они упруго отскакивают, больше не взаимодействуя ни с призмой, ни с другими шариками. Найти установившуюся скорость призмы.

9. (9–11) На весах стоит свечка. Как изменятся показания весов, если свечку зажечь?

10. (7–9) В эксперименте по проверке закона Кулона необходимо было следить за показаниями прибора, расположенного внутри сферы, причём делать в сфере дырки или деформировать её нельзя (должна быть целая сферическая проводящая поверхность). Но если сферу сделать целиком из металла, то расположенный внутри измерительный прибор не будет виден и невозможно будет наблюдать его показания. Учёным удалось найти очень простой способ решения этой проблемы. Какой?

11. (7–10) Распечатали бутылку с газированной водой. Качественно изобразите график зависимости температуры газированной воды от времени с момента вскрытия упаковки.

Ответы на задания конкурса по физике

1. «Прибор» был устроен следующим образом: в цоколи лампочек вмонтированы диоды, соединённые последовательно с собственно лампочками (стеклянными), причём у одной лампочки к центральному контакту подключён «+» диода, а у другой — «−». Такие же диоды были вмонтированы в корпус выключателей (см. схему).

Напомним, что сопротивление диода зависит от направления протекающего по нему тока: в одну сторону оно — низкое, в другую — очень большое (достаточное, чтобы лампочка не светилась). «Прибор» во время демонстрации включался в обычную бытовую электросеть переменного тока 220 В (жюри специально обратило на это внимание школьников), где, как известно, направление тока меняется 100 раз в секунду. Поэтому лампочка будет гореть, когда включён выключатель, соединённый последовательно с диодом, пропускающим ток в соответствующем ей направлении (на рисунке верхнему выключателю соответствует правая лампочка). В какой патрон при этом вкручена лампочка — не важно, т. к. патроны одинаковые и соединены параллельно.

При внимательном изучении экспериментальной установки можно было заметить некоторые её особенности, являющиеся наводящими соображениями:
1) лампочки горят с пониженной яркостью;
2) заметно частое мигание лампочек, соответствующее частоте сети 50 Гц (мигание лампочки на частоте 50 Гц визуально наблюдается, в частности, потому, что в данных условиях на лампочку подаётся мощность в более чем 2 раза меньше той, на которую она рассчитана, поэтому имеются длительные промежутки времени, когда яркость очень мала или равна нулю);
3) обычная лампочка при одном включённом выключателе ведёт себя так же, а при двух — горит без мигания с нормальной яркостью.

Зная, что такое диод, эту схему школьникам было не очень трудно придумать. Некоторые школьники предложили другие, более сложные, варианты с использованием микросхем, LC-контуров и т. п. Различные механические конструкции, использующие почти незаметные различия формы цоколей лампочек (которые предлагались в основном учениками младших классов), также считались правильными, если явно не противоречили здравому смыслу и внешнему виду установки.

2. Прежде всего отметим, что формулировка этой задачи с использованием математического термина «неравенство треугольника» — неудачная, т. к. непонятна большинству школьников[1]. Фактически здесь речь идёт о невыполнении равенства $U_{AB} + U_{BC} = U_{AC}$.

Для точного измерения напряжения необходимо, чтобы ток, текущий через вольтметр, был намного меньше тока, текущего через фрагмент схемы, на котором измеряется напряжение. Для данной задачи жюри специально подобрало номиналы радиодеталей так, чтобы это условие не выполнялось. При этом подключённый к схеме вольтметр становится её полноправной составной частью. Поэтому, когда после одного измерения мы отключаем вольтметр, схема меняется, и, естественно, меняется напряжение между контактами, куда этот вольтметр только что был подключён. Формально это уже совсем другая схема. Когда потом мы подключаем этот вольтметр к другому участку схемы, эта схема опять изменяется, и показания вольтметра не будут равны напряжению, которое было в схеме до его подключения (они будут меньше, так как ток теперь течёт не только через фрагмент схемы, но и через сам вольтметр).

Поэтому все три показания вольтметра относились к различным схемам, и в том, что для них не выполняется соотношение, относящееся к фиксирован-

[1] Это ошибка, допущенная жюри и оргкомитом. Приносим участникам Турнира свои извинения.

ной схеме, нет ничего удивительного. Заметим, что если бы мы подключили три одинаковых вольтметра одновременно, их показания отличались бы от показания вольтметров, подключённых к этим же участкам цепи по отдельности, но для них выполнялось бы с достаточной точностью соотношение

$$U_{AB} + U_{BC} = U_{AC}\,.$$

Использованный в задаче школьный вольтметр состоит из последовательно соединённых амперметра и резистора с большим сопротивлением, а деления на шкале проставлены в соответствии с законом Ома. Для корректного измерения напряжений в нашей схеме сопротивление этого резистора оказалось недостаточно большим.

3. Полтергейст здесь, разумеется, не при чём. Во время мытья горячей водой стакан нагрелся. Когда после этого его поставили вверх дном, от стенок стакана стал нагреваться находящийся внутри воздух, его давление при этом увеличилось. Вода, оставшаяся на стенках стакана, за это время стекла вниз, и, во-первых, загерметизировала пространство между стаканом и столом, не давая возможности воздуху постепенно покидать пространство внутри стакана, а, во-вторых, стала «смазкой», уменьшая коэффициент трения между краем стакана и столом. Когда, наконец, нагретый воздух всё же вырвался из под стакана, стакан «отплыл» в противоположную сторону.

Этот фокус самостоятельно повторить достаточно легко. При этом желательно взять стакан с толстыми стенками и мыть его подольше, объясняя зрителям, что для этого фокуса стакан должен быть как можно чище.

4. Как известно, при равноускоренном движении

$$x(t) = x_0 + v_0 t + \frac{at^2}{2}\,.$$

В нашем случае камень падает с высоты h ($x_0 = h$) без начальной скорости ($v_0 = 0$) с ускорением $a = -g$ (знак «минус» взят потому, что вектор $\vec{g}$ направлен сверху вниз, а высота отсчитывается в обратную сторону). Время падения $t_2 - t_1 = 2\,\text{с}$.

Таким образом,

$$h_1(t_1) = 100\,\text{м} = h - \frac{gt_1^2}{2};$$
$$h_2(t_2) = 10\,\text{м} = h - \frac{gt_2^2}{2}.$$

Вычитая второе уравнение из первого, получим

$$h_1 - h_2 = \frac{gt_2^2}{2} - \frac{gt_1^2}{2} = \frac{g}{2}(t_2 - t_1)(t_2 + t_1) = \frac{g}{2}(t_2 - t_1)((t_2 - t_1) + 2t_1);$$
$$2t_1 + (t_2 - t_1) = \frac{2(h_1 - h_2)}{g(t_2 - t_1)};$$

$$t_1 = \frac{h_1 - h_2}{g(t_2 - t_1)} - \frac{t_2 - t_1}{2};$$

$$h = h_1 + \frac{g}{2}t_1^2 = h_1 + \frac{g}{2}\left(\frac{h_1 - h_2}{g(t_2 - t_1)} - \frac{t_2 - t_1}{2}\right)^2 =$$

$$= 100\,\text{м} + \frac{10\,\text{м/с}^2}{2}\left(\frac{100\,\text{м} - 10\,\text{м}}{10\,\text{м/с}^2 \cdot 2\,\text{с}} - \frac{2\,\text{с}}{2}\right)^2 =$$

$$= 100\,\text{м} + 5(4{,}5 - 1)^2\,\text{м} = 100\,\text{м} + 5 \cdot 3{,}5^2\,\text{м} = 100\,\text{м} + 61{,}25\,\text{м} = 161{,}25\,\text{м}.$$

5. Всё дело в том, что ветер действует на траву и на деревья с существенно разной силой. Это происходит по нескольким причинам:
1) трава располагается у поверхность земли, где скорость ветра обычно меньше;
2) трава более эластична, чем ствол дерева, и поэтому в воздушном потоке легко может располагаться так, что сила сопротивления ветру оказывается минимальной (а дерево при этом ломается);
3) ствол дерева является рычагом, усиливающим силу аэродинамического сопротивления кроны, что приводит к выкорчёвыванию дерева;
4) дерево (особенно с длинным упругим прямым стволом, например сосна в лесу) может постепенно раскачиваться ветром и затем сломаться в одном из мест перегиба при колебаниях ствола (после урагана в лесу иногда встречаются группы рядом стоящих примерно одинаковых деревьев, сломанных на одной высоте);
5) движение воздуха во время урагана обычно бывает вихревым, что приводит к «выворачиванию» деревьев (особенно с широкой кроной).

Более подробно об урагане 20 июня в Москве см. ответ на вопрос № 5 конкурса по астрономии и наукам о Земле на стр. 1327.

6. Скептически настроенный физик определял период колебаний «маятника», образованного приборчиком и шнуром, считая количество колебаний и определяя прошедшее время по своим часам. Как ему было известно (он же физик!), период малых колебаний математического маятника длины l равен $T = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}}$, ускорение свободного падения на поверхности Луны примерно в 6 раз меньше, чем на Земле.

Длину маятника (шнура) можно сопоставить с ростом космонавта. Для обеспечения «правильного» (в $\sqrt{6}$ раз большего) периода колебаний на Земле для этой цели необходимо «увеличить» рост космонавта в 6 раз!

Впрочем, существуют и другие способы фальсификации. Подумайте сами, какие ещё есть способы обмана телезрителей и какие у этих способов недостатки.

Эта история уже стала легендой. Мы не знаем, была ли она на самом деле. Но школьникам было намного проще. Ведь описываемые события даны в условии задачи!

7. Описанная в задаче ситуация — достаточно коварная «ловушка» для начинающих экспериментаторов. Вывод о том, что сразу после начала нагревания уровень воды начнёт увеличиваться в результате увеличения объёма воды при

нагревании, может оказаться ошибочным. Дело в том, что сначала нагревается (и при этом расширяется!) сама колба, а потом уже от неё — вода. Поэтому в начале процесса нагревания уровень воды в капилляре может понижаться. Особенно, когда нагревание осуществляется на газовой плите или горелке, и с горячим пламенем и газообразными продуктами горения контактирует вся поверхность колбы. Если этого эффекта необходимо избежать, лучше воспользоваться электроплиткой, с которой соприкасается только дно колбы.

Небольшое количество воздуха в колбе не является принципиальным и было туда добавлено авторами задачи для придания ситуации реальности. Старшеклассники, знакомые с понятием идеального газа, могли указать дополнительные детали поведения этой конструкции (не забыв, разумеется, что в воздухе находится насыщенный водяной пар). Их, а также всех остальных юных химиков и экспериментаторов вообще ещё раз предупреждаем, что к подобным устройствам, реально используемым в Ваших опытах, нужно относиться внимательно. Например, если Вы нагреваете в колбе реакционную смесь, содержащую кислоту, а отводная трубка погружена в нейтрализующий раствор. Тогда, если этот раствор засосёт в колбу по описанному выше механизму, всё может закончиться не очень хорошо.

8. Эта задача не является новой, она достаточно часто встречалась на различных студенческих контрольных работах, зачётах и т. п. Однако для её решения вполне достаточно только школьных знаний. Но при этом необходимо последовательно применить несколько неочевидных «олимпиадных хитростей», которые, когда Вы станете студентами (как мы надеемся), покажутся Вам совсем простыми. Пока же мы подробно разберём решение этой задачи (поэтому не пугайтесь, что оно получилось слишком объёмным — реально на олимпиаде его можно записать на 3–4 страницах)

Многие школьники написали, что, т. к. взаимодействие шариков с гранями призмы упругое, оно происходит по закону «угол падения равен углу отражения». Но **это всегда верно только в той системе отсчёта, в которой «отражающая» поверхность неподвижна.**

Перейдём в эту систему отсчёта. Установившуюся скорость призмы в неподвижной системе отсчёта (в той, в которой заданы скорости падающих шариков) мы пока не знаем (её как раз и требуется найти), поэтом обозначим эту скорость буквой u (направление указано на рисунке, если мы его «не угадали» — ничего страшного, просто окажется, что $u < 0$). Далее, составляя содержащие u уравнения, следующие из закона сохранения импульса и геометрических соображений, мы, решив их, найдём формулу для u, в которую входят только данные в условии задачи обозначения (она достаточно простая: $u = v \operatorname{tg} \frac{\beta-\alpha}{2}$).

Чтобы, зная значение вектора в неподвижной системе отсчёта, получить его значение в системе отсчёта, движущейся относительно неподвижной со скоростью $\vec{u}$, из него надо вычесть $\vec{u}$. Тогда скорость шариков в этой системе отсчёта (обозначим эту скорость $\vec{v_1}$) будет равна $\vec{v_1} = \vec{v} - \vec{u}$, а скорость призмы $\vec{u} - \vec{u} = 0$ (как мы и хотели).

Пусть γ — угол между вектором $\vec{v_1}$ и «вертикалью» (перпендикуляром к плоскости поверхности, на которой находится призма).

По геометрическому определению тригонометрических функций sin , cos и tg

$$\sin\gamma = \frac{u}{v_1}, \quad \cos\gamma = \frac{v}{v_1}, \quad \operatorname{tg}\gamma = \frac{u}{v}.$$

Сделаем на чертеже дополнительные построения: выберем на отрезке AB точки H и M такие, что $AB \perp CH$ и $CM \parallel \vec{v_1}$ ($\angle HCM = \gamma$).

Выясним, какой импульс (p_{0AC}) сообщает грани AC один упруго ударившийся об неё один шарик (его массу обозначим m).

$$p_{0AC} = 2mv_1\cos\varphi_{AC} = 2mv_1\cos(\alpha+\gamma) = \\ = 2mv_1(\cos\alpha\cos\gamma - \sin\alpha\sin\gamma) = 2m(v\cos\alpha - u\sin\alpha)$$

(φ_{AC} — угол между перпендикуляром к AC и $\vec{v_1}$, равный, как показано на рисунке, $\alpha+\gamma$: его α-составляющая образована линиями, соответственно перпендикулярными сторонам угла $\angle BAC = \alpha$, а γ-составляющая является углом, внутренним накрестлежащим к $\angle HCM = \gamma$; коэффициент 2 здесь добавлен потому, что шарик сообщает призме импульс в 2 раза больше собственного, т. к. взаимодействие упругое и шарик не остаётся на поверхности, а отскакивает от неё, имея импульс, равный по абсолютной величине тому, который он имел при падении на неё).

Аналогично, такой же шарик, ударившийся о грань BC, сообщает ей импульс, равный

$$p_{0BC} = 2m(v\cos\beta + u\sin\beta).$$

Знак «+» (вместо «−» в предыдущей формуле) здесь стоит потому, что $\angle ABC$ «повёрнут в другую сторону» (относительно $\angle BAC$).

Для того, чтобы призма была неподвижной[1], необходимо, чтобы горизонтальная проекция импульса, сообщаемого за единицу времени грани AC (P_{AC}), была бы равна по абсолютной величине (и противоположна по направлению) горизонтальной проекции импульса, сообщаемого за единицу времени грани BC (P_{BC}).

Введём обозначения:
$h = CH$;
k_{AC} — количество шариков, попавших за единицу времени на грань AC;
k_{BC} — количество шариков, попавших за единицу времени на грань BC.

$$AH = h\operatorname{ctg}\alpha\,, \quad BH = h\operatorname{ctg}\beta,$$
$$MH = h\operatorname{tg}\gamma = \frac{u}{v}h,$$
$$AM = AH - MH = h\left(\operatorname{ctg}\alpha - \frac{u}{v}\right), \quad BM = BH + MH = h\left(\operatorname{ctg}\beta + \frac{u}{v}\right).$$

Все шарики, ударяющиеся о призму, до момента удара летят по прямым, пересекающим отрезок AB (см. рисунок), причём, т. к. $\vec{v_1} \parallel CM$, шарики, ударяющиеся о грани AC и BC, до удара летят по прямым, пересекающим (соответственно), отрезки AM и BM, поэтому

$$\frac{k_{AC}}{k_{BC}} = \frac{AM}{BM} = \frac{h\left(\operatorname{ctg}\alpha - \frac{u}{v}\right)}{h\left(\operatorname{ctg}\beta + \frac{u}{v}\right)} = \frac{v\operatorname{ctg}\alpha - u}{v\operatorname{ctg}\beta + u}\,,$$
$$P_{AC} = k_{AC}\cdot p_{0AC}\,, \quad P_{BC} = k_{BC}\cdot p_{0BC}.$$

Проекции этих импульсов на горизонтальную плоскость

$$P_{ACx} = P_{AC}\sin\alpha, \quad P_{BCx} = P_{BC}\sin\beta.$$

Условие равновесия (здесь лучше приравнивать не импульсы — друг другу, а их отношение — единице):

$$1 = \frac{P_{ACx}}{P_{BCx}} = \frac{p_{0AC}}{p_{0BC}}\cdot\frac{k_{AC}}{k_{BC}}\cdot\frac{\sin\alpha}{\sin\beta} =$$
$$= \frac{2m(v\cos\alpha - u\sin\alpha)}{2m(v\cos\beta + u\sin\beta)}\cdot\frac{v\operatorname{ctg}\alpha - u}{v\operatorname{ctg}\beta + u}\cdot\frac{\sin\alpha}{\sin\beta} =$$
$$= \frac{v\cos\alpha - u\sin\alpha}{v\cos\beta + u\sin\beta}\cdot\frac{v\cos\alpha - u\sin\alpha}{v\cos\beta + u\sin\beta} = \left(\frac{v\cos\alpha - u\sin\alpha}{v\cos\beta + u\sin\beta}\right)^2 = 1.$$

Откуда

$$\frac{v\cos\alpha - u\sin\alpha}{v\cos\beta + u\sin\beta} = +1 \quad \text{или} \quad \frac{v\cos\alpha - u\sin\alpha}{v\cos\beta + u\sin\beta} = -1.$$

[1] Точнее говоря, это — условие постоянства скорости призмы, а в нашем случае эта скорость равна 0, следовательно, постоянна, чем мы здесь и воспользовались; равенство этой скорости именно нулю в данном месте цепочки логических рассуждений не требуется

Но, как следует из предыдущей формулы,

$$\frac{v\cos\alpha - u\sin\alpha}{v\cos\beta + u\sin\beta} = \frac{k_{AC}\sin\alpha}{k_{BC}\sin\beta}\,.$$

Все сомножители в числителе и знаменателе правой части — положительные величины, поэтому

$$\frac{v\cos\alpha - u\sin\alpha}{v\cos\beta + u\sin\beta} = 1\,.$$

Тогда

$$v\cos\beta + u\sin\beta = v\cos\alpha - u\sin\alpha,$$
$$u\sin\alpha + u\sin\beta = v\cos\alpha - v\cos\beta,$$
$$u = v\,\frac{\cos\alpha - \cos\beta}{\sin\alpha + \sin\beta}\,.$$

Несмотря на асимметричность конструкции ($\alpha \neq \beta$), решение неожиданно оказалось достаточно симметричным: $p_{0AC} = p_{0BC}$ (шарик сообщает призме одинаковый по абсолютной величине импульс, независимо от того, на какую грань призмы он упал).

Как мы и обещали на странице 1341, окончательный ответ можно упростить (хотя никто из школьников этого не сделал):

$$u = v\,\frac{\cos\alpha - \cos\beta}{\sin\alpha + \sin\beta} = v\,\frac{2\cdot\sin\frac{\beta-\alpha}{2}\cdot\cos\frac{\beta+\alpha}{2}}{2\cdot\sin\frac{\alpha+\beta}{2}\cdot\cos\frac{\alpha-\beta}{2}} =$$
$$= v\,\frac{\sin\frac{\beta-\alpha}{2}}{\cos\frac{\alpha-\beta}{2}} = v\,\frac{\sin\frac{\beta-\alpha}{2}}{\cos\frac{\beta-\alpha}{2}} = v\ \mathrm{tg}\,\frac{\beta-\alpha}{2}\,.$$

9. В условии задачи специально не было указано, какие именно весы используются для эксперимента. Многие школьники решили, что нужно использовать чашечные весы, — и были неправы. При взвешивании на чашечных весах для устранения искажений необходимо устранить окружающие воздушные потоки, а в данном случае именно они и являются основной причиной изучаемого эффекта. Можно было воспользоваться, например, электронными весами (примерно такой конструкции, как во многих магазинах, но более точными).

Краткое описание эффекта следующее. В процессе горения часть твёрдого вещества свечки переходит в газообразное состояние и приобретает в зоне горения скорость (и, следовательно, импульс), направленную вверх. Также направленную вверх скорость приобретает и непосредственно окружающий свечку воздух, а также кислород воздуха, вошедший в состав продуктов горения (в основном, вода и углекислый газ). Следовательно, по закону сохранения импульса, на свечку действует дополнительная сила, направленная вниз.

Жюри поставило эксперимент как на электронных весах (при этом наблюдался описанный эффект), так и на чашечных (при этом эффект был противоположным). (Желающим лично во всём убедиться, но не имеющим достаточно точных

весов, мы можем посоветовать взвешивать не одну свечку, а сразу несколько; разумеется, с соблюдением всех мер пожарной безопасности!)

Многие школьники достаточно подробно и правильно описали процесс горения свечки, чего мы здесь сделать не можем из-за недостатка места. Для того же, чтобы эта задача считалась правильно решённой, было вполне достаточно приведённых здесь рассуждений, причём, если участник Турнира после этого не давал однозначного ответа, ссылаясь на другие возможные и неизвестные ему эффекты, оценка за это не снижалась.

10. Часть сферы нужно сделать из прозрачного проводящего материала. Например, раствора поваренной соли, ограничив его стеклом сферической формы. В данном случае ток между металлом и раствором протекать не будет (нам важно только распределение зарядов по сфере), поэтому проблем с электролизом не возникнет. Подробнее об экспериментах по проверке закона Кулона написано в научно-популярной книжке «Судьба классического закона. Прошлое и настоящее закона Кулона», Филонович С. Р., М, «Наука», 1990, серия «Библиотечка „Квант“», вып. 79.

11. Утверждение о том, что при испарении из газировки углекислого газа её температура понижается, в данном случае не полностью даёт ответ на вопрос. Дело в том, что бурно образующиеся пузыри в первый момент достаточно сильно перемешивают воду, тем самым нагревая её. Кроме того, при образовании большого количества маленьких пузырьков увеличивается площадь поверхности воды. При последующем их объединении в более крупные площадь поверхности уменьшается, а высвобождающаяся поверхностная энергия также идёт на нагревание.

Правильный ответ: температура сначала будет повышаться, затем понижаться (при определённых условиях, в первую очередь достаточно большой концентрации растворённого в газированной воде газа).

Турнир им. Ломоносова — не соревнование, здесь не присуждаются призовые места, успешно выступившим участникам выдаются равноценные грамоты. Однако, если бы это было не так, первое место, безусловно, следовало бы присудить Гайфуллину Александру, ученику 10 класса школы № 10 г. Жуковский, который правильно решил все задачи по физике. Это первый случай в истории Турнира (с тех пор, как конкурс по физике проводится по современным правилам). Некоторые его решения (в частности, задачи № 8) оказались удачнее тех, которые предполагало жюри, и были использованы при составлении настоящего издания.

КОНКУРС ПО ХИМИИ

Участникам турнира предлагается решить три из предложенных задач по собственному выбору (желательно, но не обязательно, решать задачи, предназначенные для соответствующего или более старшего класса).

Задачи

1. (7–8 класс) Имеется смесь порошков поваренной соли, песка, серы и железа.

Предложите способ разделения этой смеси, который позволит выделить каждое вещество в индивидуальном виде.

2. (7–8 класс) Металлическое железо образует объемноцентрированную кубическую решетку, одна ячейка которой изображена на рисунке (один атом в центре куба и восемь атомов в вершинах куба). Расстояние между центром и вершиной куба 0,247 нм (1 нм = 10^{-9} м). Масса атома железа $9{,}03 \cdot 10^{-23}$ г.

Рассчитайте плотность металлического железа.

3. (7–8 класс) Горячий раствор нитрата натрия массой 400 г с массовой долей растворенного вещества 39% охладили до комнатной температуры. При этом часть вещества выпала в осадок, и его массовая доля в растворе составила 25%.

Какова масса раствора после охлаждения?

4. (8–9 класс) Ангидридом кислоты называется кислотный оксид, который при взаимодействии с водой может образовать соответствующую кислоту. Например, ангидридом серной кислоты является оксид SO_3 ($SO_3 + H_2O = H_2SO_4$).

Каковы химические формулы ангидридов хлорной кислоты $HClO_4$, фосфорной кислоты H_3PO_4, угольной кислоты H_2CO_3?

Напишите реакции этих оксидов с водой.

5. (8–10 класс) Юному химику потребовалось определить плотность маленького кусочка (крупинки) полимера. Он решил эту задачу, используя воду, поваренную соль и технические весы, которые имелись в школьной химической лаборатории.

Как он это сделал?

Всегда ли этот способ пригоден для определения плотности вещества?

6. (9–10 класс) Медную пластинку массой 50 г опустили на некоторое время в раствор нитрата ртути(II). Масса медной пластинки после промывания и высушивания увеличилась на 4,11 г. Затем пластинку нагревали до тех пор, пока она не приняла первоначальный цвет.

Чему равна масса пластинки после нагревания?

7. (9–11 класс) Для восстановления 3,2 г оксида некоторого металла потребовалось 1,344 л водорода. При растворении полученного металла в избытке соляной кислоты выделилось 0,896 л водорода.

Определите, какой это металл, напишите уравнения реакций.

8. (11 класс) Представьте себе некоторое количество метана (CH_4), в котором 50 % атомов углерода представлено его изотопом ^{13}C (остальное — ^{12}C), а 50 % атомов водорода — это его изотоп дейтерий D (^{2}H). Изотопы статистически распределены по возможным положениям.

Рассчитайте долю молекул метана с молекулярной массой 21.

9. (10–11 класс) Газообразный тритий (изотоп водорода ^{3}H) подвергается радиоактивному распаду с образованием газообразного гелия согласно следующему уравнению:

$$T_2 \rightarrow 2\ {}^{3}He + \beta^- + \nu^+$$

(β-частица представляет собой электрон).

Определите, во сколько раз изменится давление в сосуде по истечении двух периодов полураспада трития (периодом полураспада называется время, за которое распадается половина имеющегося радиоактивного вещества).

10. (10–11 класс) 3 мл смеси газообразного углеводорода и 25 мл кислорода прореагировали в закрытом сосуде. После конденсации полученного водяного пара объем газообразного остатка был равен 19 мл, а после обработки щелочью осталось 7 мл газа.

Установите формулу углеводорода, учитывая, что все измерения проводились при одинаковых условиях.

Краткие решения задач конкурса по химии

Задачи и решения для конкурса по химии подготовлены С. Е. Семёновым, директором Химического лицея № 1033 г. Москвы и З. П. Свитанько.

1. Для начала смесь нужно поместить в воду. При этом соль растворится, а все остальное — нет. Сера всплывет, её нужно аккуратно собрать, промыть водой и высушить.

Раствор отфильтровать. Фильтрат выпарить досуха, и полученную при этом соль высушить.

На фильтре останется смесь железа и песка. В принципе, если смесь высушить и высыпать на бумажку, железо можно отделить магнитом.

2. Плотность вещества — это отношение массы к объёму. Таким образом, нужно найти объём ячейки и массу ячейки. Объём ячейки — это объем куба a^3.

Большая диагональ куба $d = 2 \cdot 0{,}247 \cdot 10^{-9}$ м = $4{,}94 \cdot 10^{-10}$ м.

Сторона куба $a = d/\sqrt{3} = 2{,}85 \cdot 10^{-10}$ м (это легко найти по теореме Пифагора).

Объём куба $a^3 = 2{,}315 \cdot 10^{-29}$ м^3 = $2{,}315 \cdot 10^{-23}$ см^3.

Число атомов железа в ячейке: 1 (в центре) + $\frac{1}{8} \cdot 8$ (в вершинах) = 2.

Масса $2 \cdot 9{,}03 \cdot 10^{-23}$ г = $1{,}803 \cdot 10^{-22}$ г.
Плотность $1{,}803 \cdot 10^{-22}$ г/$2{,}315 \cdot 10^{-23}$ см^3 = 7,79 г/см^3.

3. Исходный раствор содержит $400 \cdot 0{,}39 = 156$ г вещества.
Пусть x г вещества выпало в осадок.
Осталось $(156 - x)$ г.
Масса раствора после охлаждения $(400 - x)$ г.
Составим уравнение:

$$\frac{156 - x}{400 - x} = 0{,}25; \qquad x = 74{,}67; \qquad 400 - x = 325{,}33\,(\text{г}).$$

4.

$$Cl_2O_7 + H_2O = 2HClO_4;$$
$$P_2O_5 + H_2O = H_3PO_4;$$
$$CO_2 + H_2O = H_2CO_3.$$

5. Он положил крупинку полимера в воду и затем стал добавлять туда поваренную соль. В какой-то момент крупинка всплыла в объём раствора. Значит, плотность раствора сравнялась с плотностью полимера. Затем юный химик определил плотность раствора соли. Так как у него не было справочника, чтобы узнать плотность раствора по её концентрации, то он мог просто взвесить колбу с раствором, а затем взвесить ту же самую колбу с водой. Так как плотность чистой воды известна (1 г/см^3), то отношение этих величин даст плотность раствора соли. Такой способ применим, если искомая плотность вещества не больше плотности насыщенного раствора соли и если вещество никак не взаимодействует с водой (не набухает, не растворяется).

6. $Cu + Hg^{2+} = Cu^{2+} + Hg$;
Cu: $M_R = 64$; Hg: $M_R = 201$;
$\Delta m = 201 - 64 = 137$ при растворении 1 моль меди.
По условию масса увеличилась на 4,11 г.
Значит растворилось $\frac{4{,}11}{137} = 0{,}03$ моля меди.
При нагревании пластинки ртуть испарилась, осталась только медь.
$0{,}03 \cdot 64 = 1{,}92$ г меди перешло в раствор.
Осталось $50 - 1{,}92 = 48{,}08$,г. Это и есть масса пластинки после нагревания.

7. Количество водорода, которое пошло на восстановление, не равно количеству, выделившемуся при растворении в кислоте, так как металл имеет разную степень окисления в исходном оксиде и в хлориде. Отношение $\frac{1{,}344}{0{,}896} = \frac{3}{2}$. Значит, соответствующие степени окисления равны 3 и 2. Определим металл.
$M_2O_3 + 3\,H_2 = 2\,M + 3\,H_2O$;
$1{,}344/22{,}4 = 0{,}06$ моль;
Оксида металла было 0,02 моль.
$3{,}2/0{,}02 = 160$;
$160 - 48 = 112$.
Молярная масса металла $= 112/2 = 56$. Это железо.

8. Молекулярная масса 21 означает, что все атомы H и атом C замещены тяжёлыми изотопами. Так как вероятность замещения каждого атома составляет 1/2, то вероятность замещения пяти атомов составляет $\left(\frac{1}{2}\right)^5 = \frac{1}{32}$.

9. Пусть N — исходное число молекул трития. При распаде образуется $2N$ молекул газа. За один период полураспада распадается $N/2$ молекул и получается $\frac{N}{2} \cdot 2 = N$.

Всего в смеси находится $\frac{N}{2} + N$ молекул.

После второго периода полураспада снова распадается половина имеющегося трития, т. е. $\frac{N}{4}$. Остается $\frac{N}{4}$ молекул трития. Получается $\frac{N}{2}$ молекул гелия.

Общее число молекул в смеси $\frac{N}{4} + N + \frac{N}{2} = \frac{7}{4}N$.

Давление увеличилось в 7/4 раза. (Период полураспада трития 12,33 года, поэтому можно считать, что температура постоянна).

10. Оставшиеся 7 мл газа — это избыток кислорода. Таким образом, в реакцию вступило 18 мл кислорода и получилось 12 мл CO_2.

$$C_xH_y + (x + y/4)O_2 = xCO_2 + (y/2)H_2O.$$

При сгорании 3 мл углеводорода получено 12 мл углекислого газа. Значит, $x = 4$. $x + y/4 = 18/3 = 6$; $y/4 = 6 - 4 = 2$; $y = 8$.

Ответ: C_4H_8.

Критерии оценок конкурса по химии

Задача 1.

8 кл. и мл. — 4 балла (по 1 за вещество);

9–11 кл. — 2 балла (по 0,5 за вещество).

Задача 2.

9 кл. и мл. — 6 баллов;

10–11 кл. — 4 балла.

Если количество атомов в ячейке определено верно — не менее 2 баллов (для всех классов).

Задача 3.

9 кл. и мл. — 5 баллов;

10–11 кл. — 4 балла;

Промежуточные действия, типа выяснения, сколько составит 39 % от 400 — не оцениваются.

Задача 4.

9 кл. и мл. — 4 балла (P_2O_5 и Cl_2O_7 — по 1,5 балла с реакциями);

10–11 кл. — 2 балла.

Задача 5.

10 кл. и мл. — 5 баллов;

11 кл. — 4 балла.

В том числе (для всех классов):
за объяснение, как узнать плотность раствора соли — 1 балл;
за ответ на дополнительный вопрос — 1 балл.

Задача 6.
7–10 кл — 5 баллов;
11 кл. — 4 балла.
Только правильное уравнение реакции — 1 балл (все классы).

Задача 7.
Все классы — 5 баллов (за полностью правильное решение).

Задачи 8, 9, 10.
Все классы — 6 баллов (за полностью правильное решение).

Наилучший результат на конкурсе по химии, с большим отрывом от остальных участников, показал Панищев Роман, ученик 11 класса школы № 827 г. Москвы, правильно решивший все 10 задач.

КОНКУРС ПО БИОЛОГИИ

Вопросы и задания по биологии для Турнира Ломоносова подготовлены биологическими классами школы № 520 г. Москвы.

Вопросы и задания

1. Как отличается поведение кошек и собак? С чем это связано?

2. На биологической экскурсии вы обнаружили неизвестный ранее организм; при внимательном изучении оказалось, что рта у организма нет. Как могло бы питаться это существо? По каким внешним признакам можно об этом судить?

3. Какие из перечисленных признаков пригодились бы растениям из засушливых мест? Почему вы так думаете? Назовите известные растения с такими признаками.

— отсутствие листьев
— луковица
— толстый эпидермис
— эфирные масла в побегах
— восковой налёт
— колючки вместо листьев
— толстый зелёный стебель
— неяркий венчик
— сухие летающие плоды
— толстые мясистые листья
— опушение на листьях и стеблях
— тонкие крупные листья
— листья с оттянутыми кончиками
— тонкие вьющиеся стебли
— яркие сочные плоды
— стебель с воздушными полостями
— многочисленные листья
— душистые цветки, открывающиеся ночью

4. Где в клетке «работает» мембрана? Какие особенности её строения при этом используются? Все ли мембраны в клетке одинаковы?

5. *Номер задания пропущен по ошибке.*

6. Какое значение в жизни растений может играть яркая окраска плодов, цветов, листьев? Назовите, если возможно, вещества, которые обусловливают яркую окраску разных частей растения?

7. Как вы знаете, информация о структуре белков закодирована в структуре ДНК. Она переписывается на молекулу информационной РНК, которая транспортируется в цитоплазму, и там на её основе синтезируется белок. Оказалось, однако, что многие белки затем транспортируются обратно, в ядро. Как вы думаете, что они там могут делать? Почему они не синтезируются в ядре?

8. В Центральной Африке в ряде близко расположенных деревень у жителей обнаружена неизвестная ранее болезнь. Вы приехали в этот район в составе экспедиции Всемирной Организации Здравоохранения в качестве эпидемиолога. Ваша цель — выяснить причину заболевания. Каков план ваших действий?

9. Известно, что срубленное дерево не гниёт в двух случаях: если сохраняется в совершенно сухом месте или если оно полностью утоплено в воде. Как это объяснить?

10. Как могли бы питаться птицы с такими клювами?

11. На Земле есть места, где никогда не растёт лес, это — тундра, степи. Есть такие места и в средней полосе России — под городом Владимиром, так называемое Владимиро-Суздальское ополье. Каковы могут быть причины (или причина) такого безлесья?

Ответы на вопросы конкурса по биологии

Вопрос 1. *Как отличается поведение кошек и собак? С чем это связано?*

Домашние собаки по своему происхождению — стайные животные. Это свойство заложено в их генах и в значительной мере определяет их поведение. Человека-хозяина собака воспринимает как вожака стаи, которому необходимо подчиняться.

Домашние кошки, напротив, по-видимому, произошли от животных, ведущих индивидуальный образ жизни. Они охотятся в одиночку, что определяет их гораздо более независимый характер.

Каждый, кто наблюдал за кошками и собаками, может вспомнить много мелких черт их поведения, связанных с особенностями их происхождения.

Кроме того, человек одомашнивал этих животных с разными целями. Собака нужна была как помощник на охоте, в качестве сторожа, пастуха, даже няньки. Во всех этих случаях собака должна хорошо понимать команды человека, поэтому вёлся отбор наиболее послушных и сообразительных животных. Перед кошками таких задач не ставили — была бы ласковой, да ловила бы мышей, причём самостоятельно. Поэтому отличия в поведении этих животных так заметны.

Вопрос 2. *На биологической экскурсии вы обнаружили неизвестный ранее организм; при внимательном изучении оказалось, что рта у организма нет. Как могло бы «питаться» это существо? По каким внешним признакам можно об этом судить?*

В этом вопросе под словом «рот» следует понимать ротовое отверстие в самом широком смысле этого слова. Поэтому не могут считаться правильными любые ответы, в которых говорится о том, что «вместо рта — хоботок, которым животное всасывает пищу» и т. п.

Поскольку никак не ограничен круг организмов, то можно предположить, что встреченное существо относится к такой группе, которой в принципе не присуще питание через рот. В первую очередь это растения, питающиеся за счёт фотосинтеза, и грибы, которые питаются сапротрофно, т. е. получают из окружающей среды органические вещества, всасывая их всей поверхностью мицелия. Внешние признаки и растений, и грибов достаточно известны. В ответах школьников довольно часто встречались растения, а вот про грибы вспоминали гораздо реже.

Другой пример, часто встречавшийся в работах школьников, это «существо, вроде амёбы». Действительно, среди одноклеточных организмов подавляющее большинство не имеет рта, а если даже и имеется т. н. «клеточный рот», он вряд ли может считаться настоящим ротовым отверстием. Правда, большинство одноклеточных так малы, что их вряд ли можно просто так обнаружить на экскурсии. Но, поскольку в вопросе ничего не было сказано о размерах организма и методах его обнаружения, такие ответы также принимались.

Труднее придумать животных, которые могли бы обходиться без ротового отверстия. Однако и здесь возможны некоторые варианты. В первую очередь таким образом могли бы питаться (и питаются на самом деле) паразиты, живущие в кишечнике других животных. Они могут использовать для питания уже переваренные организмом-хозяином вещества, всасывая их всей поверхностью тела.

Некоторые организмы существуют за счет симбионтов, которые находятся внутри их тела. Такими симбионтами, как правило, являются автотрофные простейшие и бактерии. Так питаются, например, живущие в глубинах моря вестиментиферы.

Другая возможность — наружное пищеварение, при котором пища переваривается вне организма животного, а затем поглощается им. Правда животные, питающиеся таким путём, как правило, рот все-таки имеют, а вот насекомоядные растения, вроде росянки, именно так и поступают, поэтому такой ответ тоже считался верным.

Наконец, возможен случай, когда организм, хотя и является многоклеточным, поглощает пищу путём фагоцитоза, для чего имеются специальные клетки, каждая из которых способна захватывать пищевые частицы, переваривать их и передавать часть питательных веществ другим клеткам организма.

Вопрос 3. *Какие из перечисленных признаков пригодились бы растениям из засушливых мест? Почему вы так думаете? Назовите известные растения с такими признаками.* Перечень признаков смотрите в условии на стр. 1350.

Растениям из засушливых мест приходится приспосабливаться к недостатку воды, бороться с её чрезмерным испарением и, конечно же, с высокими температурами и избытком солнечного света.

Сохранить воду помогает такие признаки как отсутствие листьев, колючки вместо листьев (это уменьшает площадь поверхности растения — поверхности испарения); с этими признаками часто сочетается наличие у растения толстого зелёного стебля. Он не только берёт на себя функцию листьев, но ещё и является местом хранения воды, у других растений эту же роль играют толстые мясистые листья.

Особое изобретение природы — луковица, защищённая плотными сухими чешуями. Она не только сохраняет запас воды, но и защищает почки растения в состоянии покоя в самые сухие и жаркие месяцы года.

Эфирные масла, опушение на листьях и стеблях, восковой налёт препятствуют испарению воды, отражают и рассеивают солнечные лучи. Опушение может создавать теплоизолирующую оболочку вокруг растения, это полезно и при перегреве, и при значительных перепадах температур.

Отдельно следует сказать о душистых цветках, открывающихся ночью. Сам по себе этот признак не помогает существовать в засушливых местах, но облегчает опыление растений в часы, когда наиболее активны опылители, избегающие дневной жары. Если автор ответа объяснял, какие преимущества в засушливых местах даёт этот признак, то ответ засчитывался положительным.

Неяркий венчик, сухие летающие плоды, яркие сочные плоды — помогают распространению семян. Эти признаки можно обнаружить у растений, обитающих в самых различных климатических условиях.

Такие признаки как тонкие крупные листья и стебли, многочисленные листья, листья с оттянутыми кончиками, стебли с воздушными полостями как правило обнаруживаются у растений влажных местообитаний.

Вопрос 4. *Где в клетке «работает» мембрана? Какие особенности её строения при этом используются? Все ли мембраны в клетке одинаковы?*

Основа любой мембраны — плёнка, толщиной в две молекулы липидов. Она отделяет клетку от окружающей среды, и внутри клетки мембрана разделяет цитоплазму на отдельные участки: органоиды и цитоплазму, да и сама цитоплазма оказывается разграничена мембраной эндоплазматической сети. Ядро клетки, митохондрии и пластиды окружены двухслойной мембраной.

Образование пленки — одно из свойств мембраны, основано на том, что липиды не растворимы в воде, их заряженные участки поворачиваются к воде, а незаряженные — друг к другу, стремясь оказаться от воды как можно дальше и препятствуя растворению или смешиванию.

Мембрана не только изолирует клетку и её участки друг от друга, но и обеспечивает узнавание различных веществ, проведение их в клетку или из клетки. За это ответственны вещества, связанные с липидным слоем, — это белки и углеводы. Белков много (они почти полностью закрывают липидный слой) и очень разнообразны. Большая часть мембранных белков — ферменты-биокатализаторы, они во много раз ускоряют протекание какой-то определённой химической реакции. Для одних это — проведение в клетку или из неё определенных веществ, для других — передача в клетку или на наружную сторону мембраны какого-то сигнала, как правило во всех этих реакциях «работает» такое свойство, как возможность белков изменять свою пространственную структуру (конформацию) в ответ химическое или физическое изменение среды. Это свойство белков используется в клеточном транспорте, получении клеткой информации через рецепторы, это же свойство белков «работает» во внутренних мембранах хлоропластов и митохондрий — местах прохождения реакций фотосинтеза и дыхания.

Некоторые белки мембраны химически более инертны, они могут выполнять структурные функции, вступая во взаимодействие с цитоскелетом.

Такие функции клеточной мембраны как пино- и фагоцитоз обеспечиваются как нерастворимостью и текучестью липидов, так и химической активностью белков-ферментов.

И наконец, ещё одно свойство мембран — мембраны разнообразны. Мембрана клетки отличается от мембраны любого органоида; внутренние мембраны ядра, пластид и митохондрий отличаются от наружных — они участвуют совсем в иных процессах, их осуществляют совсем другие белки; эндоплазматическая сеть может быть гладкой или шероховатой в зависимости от того, есть ли на ней рибосомы, участвует ли этот участок мембраны в образовании пузырьков и транспорте белков. Это разнообразие клеточных мембран обеспечивается огромным разнообразием белков, входящих в состав мембран. В некоторых случаях мембранных белков может и не быть вовсе, как, например, на внутренней стороне мембраны лизосом.

Вопрос 6. *Какое значение в жизни растений может иметь яркая окраска плодов, цветов, листьев? Назовите, если возможно, вещества, которые обусловливают яркую окраску цветов, плодов, листьев.*

Яркая окраска плодов бывает обычно у тех растений, которые имеют сочные плоды с твердыми семенами внутри. Такие плоды поедаются животными, сочная оболочка переваривается, а семена выбрасываются с помётом. Это позволяет растениям распространять свои семена. Есть даже растения, которые без обработки их семян ферментами кишечника вообще не прорастают.

Яркая окраска цветов нужна для привлечения насекомых-опылителей, которые осуществляют перекрестное опыление.

Что же касается листьев, то чаще все они ярко окрашены в тех случаях, когда принимают на себя роль венчика цветка, окружая мелкие и невзрачные цветки. Осенняя желтая и красная окраска листьев не имеет специального назначения, а просто является следствием разрушения в листьев хлорофилла, который летом маскировал желтые и красные пигменты.

Есть два класса веществ, преимущественно обусловливающих яркую окраску растений. Первые жирорастворимы и окрашены в жёлто-красной гамме — это каротиноиды. Ими окрашены корень моркови, красная кожура яблок, желтые лепестки лютиков и др. Вторые растворимы, окрашены в красно-синие тона и обладают свойством менять окраску в зависимости от кислотности среды. По химической природе они напоминают лакмус. Ими окрашены корень свеклы, лепестки медуницы и незабудки и т. п.

Вопрос 7. *Как вы знаете, информация о структуре белков закодирована в структуре ДНК. Она переписывается на молекулу информационной РНК, которая транспортируется в цитоплазму, и там на её основе синтезируется белок. Оказалось, однако, что многие белки затем транспортируются обратно в ядро. Что они там могут делать? Почему они не синтезируются в ядре?*

Белки синтезируются на рибосомах, которые находятся в цитоплазме. Поэтому синтез белков в ядре невозможен.

Сами же белки исполняют в ядре множество функций: удваивают ДНК, участвуют в синтезе РНК, входят в состав хромосом и т. д., поэтому им необходимо, синтезировавшись в цитоплазме, транспортироваться в ядро.

Вопрос 8. *В Центральной Африке, в ряде близко расположенных деревень у жителей обнаружена неизвестная до сих пор болезнь. Вы приехали в этот район в составе экспедиции Всемирной Организации Здравоохранения в качестве эпидемиолога. Ваша цель — выяснить причину заболевания. Каков план ваших действий?*

Во-первых, нужно обследовать больных, сделать все необходимые анализы и, описав болезнь, сравнить с уже известными заболеваниями, имеющими похожие симптомы. Возможно, это позволит сразу выявить природу заболевания.

Во-вторых, нужно расспросить жителей, давно ли появилась эта болезнь, и с чем они её связывают.

В-третьих, нужно выяснить не заразна ли эта болезнь, и если да — то каким образом она передаётся. На этом этапе могут потребоваться изучение воды, животных — потенциальных переносчиков возбудителя и т. п. Следует попытаться выделить возбудителя. Если болезнь не заразна, надо постараться выяснить, с какими физическими и химическими явлениями совпало её появление.

Предложения сжечь деревни и всех заболевших жителей поместить в резервацию не только являются негуманными и нелепыми, но и не дают возможности решить проблему.

Вопрос 9. *Известно, что срубленное дерево не гниет в двух случаях: если сохраняется в совершенно сухом месте, или если оно полностью утоплено в воде. Как это объяснить?*

Гниение древесины есть следствие работы микроорганизмов, которые нуждаются для своей жизнедеятельности как в кислороде, так и в воде. Если одного из этих компонентов недостает, микроорганизмы не могут жить, а следовательно — не разлагают древесину.

Вопрос 10. *Как могли бы питаться птицы с такими клювами?* (см. рисунок в условии на стр. 1351)

Слева направо:

1. Попугай. Обитает в тропиках. Толстый высокий клюв, надклювье подвижно сочленено с лобными костями. Птица может долбить очень твёрдые плоды. При лазании хватается клювом за ветви.

2. Орёл. Хищник. Клюв приспособлен для разделки мяса.

3. Утка. С помощью клюва процеживает воду, поедая планктон и др. мелкие частицы.

4. Клёст. Питается семенами хвойных деревьев (ель, лиственница, сосна). Клюв приспособлен для лущения их шишек. Также с помощью клюва клёст перемалывает семена для выкармливания птенцов.

5. Колибри. Обитают в центральной и Южной Америке. Питаются цветочным нектаром. Внутри клюва расположен длинный трубчатый язык. Птица на лету зависает около цветка, не садясь на него, и с помощью клюва и языка высасывает нектар (подобно насекомому). Колибри действительно имеют небольшие размеры: от крупного шмеля (самый мелкий вид птиц на Земле) до ласточки.

6. Зерноядная или насекомоядная птица.

Вопрос 11. *На Земле есть места, где никогда не растет лес, это — тундра, степи, пустыни. Есть такие места и в средней полосе России — под городом Владимиром — так называемое Владимиро-Суздальское ополье. Каковы могут быть причины (или причина) такого безлесья?*

Распространение леса не зависит, по-видимому, ни от температуры воздуха (в тайге холодно, а в тропическом лесу жарко), ни от светового режима. Скорее всего произрастание лесов находится в прямой зависимости от состояния почвы, в первую очередь — водного режима. Тогда понятно, что вечная мерзлота тундры, сыпучесть песков, вода болот или сухость степей — разнообразные причины одного и того же явления — отсутствия лесов.

Однако нельзя забывать и о влиянии человека, который сотни лет распахивая землю и выпасая скот, часто сводит леса, которые потом не восстанавливаются.

КОНКУРС ПО ИСТОРИИ

Автор заданий и решений — Сергей Георгиевич Смирнов, ведущий научный сотрудник ИИО РАО.

Вопросы и задания

1. Юбилеи каких замечательных событий (кратные 100 годам) можно отметить в 1998 году?

2. В 17–18 веках в Европе возникли 4 прославленные академии наук. Где и когда они возникли? Кто из известных математиков стал первым членом **двух** из этих академий? Кто стал первым членом **трёх** из них? Кто — первым членом всех **четырёх** академий?

3. Укажите связи между научными открытиями Михаила Ломоносова и Джемса Кука. Составьте цепочку из общих знакомых между ними.

4. Перечислите 7 самых важных событий или процессов, происходивших в 19 веке.

5. Составьте перечень известных деятелей, знакомых с Сергием Радонежским. Кто из них был его другом, врагом, коллегой, учеником, соперником? Какие дела объединяли или сталкивали их между собой?

6. Перечислите известных вам деятелей Конкисты. Кто из них чем прославился?

7. Укажите государственных деятелей из других стран и времён, подобных Ивану Калите. Что общего в задачах, которые они решали, и в результатах их деятельности?

8. Составьте откровенный отзыв Сталина о Гитлере (или наоборот) — с указанием точной **даты**, когда составлялся этот отзыв.

9. Чем прославлены в археологии и в истории следующие места:

Богазкёй, Буреть, Гиссарлык, Гнёздово, Дзибильчальтун, Каракорум, Кармир-блур, Мальта, Мохенджо-даро, Навкратис, Ниса, Накш-и-Рустам, Сунгирь, Тель-эль-Амарна, Тилля-тепе, Толстая Могила, Хараппа, Чаталь-гююк, Чжоукоудянь?

10. Назовите имена ученых, впервые расшифровавших древнейшие письменности разных народов Земли.

11. Найдите в тексте исторические ошибки.

Архимед
(текст с ошибками)

Утро мартовских ид 105 года эры Александра не предвещало ничего замечательного. Как обычно, в Остии — порту Сиракуз — шла разгрузка очередных караванов. Скифы привезли на продажу понтийскую пшеницу, а египтяне — рис, который они научились выращивать у индийцев, покорённых великим Александром. На одном из египетских кораблей прибыл дорогой гость — Эратосфен, старый друг Архимеда, ставший директором Александрийского Музея.

Десять лет друзья не виделись — лишь обменивались письмами, сообщая о самых свежих научных открытиях. И вот пришла пора сравнить результаты двух ведущих школ греческого мира: Александрийского Ликея и Сиракузской Академии. Эратосфена сопровождает весь цвет учёной молодёжи Египта: Конон, Герон, Диофант и другие, пока известные в Сиракузах только по именам. Конечно, прежде всего разговор пойдёт о геометрии. Александрийцы пришли в восторг от теоремы Архимеда об объёме шара и хотят, чтобы автор изложил во всех подробностях свой «метод песчинок» — неожиданную смесь геометрии с арифметикой, которая обещает ещё более ценные плоды.

Если Архимеда именуют «царём геометров», то Эратосфен — король старой арифметики и новой алгебры. Он сумел сделать то, что не удалось великому Пифагору: нашёл 311 целочисленных прямоугольных треугольников и доказал, что других не бывает!

Заодно Эратосфен увлёкся простыми числами, на которых, по мнению Пифагора, держится весь мир. Он доказал, что их множество бесконечно, а теперь ищет общую формулу простого числа. В этих поисках Эратосфен столкнулся с «близнецами» — парами и тройками простых чисел, стоящими подряд. Очень важно понять: конечно их множество, или нет? Если оно бесконечно, то никакая формула-многочлен не может задать все простые числа! Значит, придётся изобрести какие-то новые функции, которые стремятся к бесконечности не монотонно, а как бы по ступенькам . . . Тут есть о чём подумать лучшим математикам Средиземноморья!

Но не одной математикой увлекаются ученые мужи Александрии. Есть ещё химия: древнее искусство египтян превращать одни вещества в другие. Конечно, всякий металлург может назвать себя химиком — раз он выплавляет из руд медь или платину. Но превратить тела моллюсков в алую краску, или обычное вино — в горючую жидкость — это под силу только мастерам древней страны Кемт и их греческим ученикам! Возможно, этот путь поможет описать все множество природных стихий — от всем понятной воды до загадочного апейрона, который безуспешно искали Пифагор и Евклид.

Недавно Архимеда посетила неожиданная мысль на этот счёт. Известно, что любой металл (кроме золота) можно испортить, погрузив в уксус. И напротив — металлург наполняет печь углём, который отнимает порчу у руды, превращая её в металл. Не значит ли это, что все камни суть металлы, испорченные уксусом и другими кислотами? Надо только научиться возвращать металлам их благородный блеск, нагревая в жарком пламени! Пример тому — Солнце, которое жарче всего на свете и потому состоит из золота. С тех пор, как Аристарх

доказал, что Солнце стоит в центре мироздания, каждому мудрецу ясно: все планеты произошли от Солнца, а все вещества — из солнечного золота, путём его порчи при охлаждении. Значит, в каждом камне таится золото! Порою оно проглядывает в форме блеска, или сверкает искрами при ударе камня о камень...

Все эти догадки надо обсудить с Эратосфеном. Если они верны и если удастся выделить в чистом виде ту стихию, которая способна испортить даже золото — тогда химия станет столь же точной наукой, как арифметика, а стихии будут играть в ней роль простых чисел! Уж тогда мы узнаем форму атомов разных стихий: сбудется вековая мечта Платона!

Увы, большая часть этих учёных надежд не сбылась, ибо научную встречу эллинов в Сиракузах оборвали боевые действия. Римский флот под командой Аттилия Регула осадил Сиракузы с требованием, чтобы царь Дионисий встал на сторону Рима в его борьбе с Ганнибалом. Уничтожив при Каннах римскую армию Сципиона, свирепый вождь финикийцев осадил Рим — и теперь римляне пытались отрезать Ганнибала от подкреплений, которые шли к нему из Африки через Сицилию. Так невезучий остров вновь стал ареной войны между чужеземными армиями.

Правнук великого Александра — царь Филипп, занятый войною с грозным Пирром, не успел помочь грекам Сицилии в их беде. В конечном счёте финикийская армия была уничтожена молодым римским полководцем Серторием. Повторно осадив Сиракузы, он потребовал выкуп за гибель невезучего Аттилия Регула. Пусть славный Архимед со всеми учениками переселится в Рим, подобно Евклиду — иначе Сиракузы будут разрушены, а всех жителей ожидает рабство!

Старый патриот Архимед хотел покончить с собою — но сограждане упросили его пожертвовать своей честью ради их счастья. Так греческая учёность вынужденно перенеслась из Сицилии в Рим. Став не только сильнейшим, но и учёнейшим городом Италии, Рим сделал последний решающий шаг на пути к мировому господству. Славная Александрия хранила свою независимость в течение ещё одного поколения — до кончины Эратосфена; затем её постигла судьба Сиракуз. В результате внук Эратосфена — Полибий — сделался римским учёным. Он написал историю войн римлян за сплочение Средиземноморья в нерушимую империю, которая процветала в течение семи веков.

Решения задач конкурса по истории (с комментариями жюри)

В турнире участвовало около 2000 школьников, из них в конкурсе по истории — 284 человека. В их числе 15 удостоены премий, 47 — похвальных отзывов, ещё 67 — **условных** отзывов, которые выдаются, если участник сделал что-то заметное ещё и по другим наукам. Таким образом, почти половина участников конкурса сделала нечто стоящее — либо за счёт эрудиции, либо (реже) за счёт качества научного мышления.

Не удивительно, что все премии достались ученикам известных школ, гимназий и лицеев: 57, 91, 325, 444, 1199, 1201, 1508, 1510, 1543, 1567. Приятно,

что среди лауреатов 1998 года есть ветераны прошлого года — но ещё приятнее, что большинство нынешних лауреатов впервые изведали вкус премии. Значит, контингент турнира Ломоносова в каждом году — только вершина айсберга, а всего в Москве наберется в 5-10 раз большее число активных и смышленых школьников. Труднее понять, почему в этом году треть премий досталась ученикам одной школы № 57: в прошлые годы конкуренция среди гимназий была острее и интереснее. Не сыграл ли особую роль тот факт, что школа № 57 устроила у себя вечерний кружок, открытый для будущих гуманитариев со всей Москвы? Спасибо учителям истории, которые наладили это дело: С. И. Каспе, А. И. Петроковскому, Б. М. Меерсону!

1. *Юбилеи каких замечательных событий (кратные 100 годам) можно отметить в 1998 году?*

1898	первый съезд РСДРП в Минске
1798	египетский поход Бонапарта
1698	возвращение Петра из Европы; стрелецкая казнь
1598	Борис Годунов взошёл на трон
1498	Васко да Гама достиг Индии
1398	Тимур завоевал Индию
1198	Иннокентий 3 стал римским папой
898	мадьяры переселились в Венгрию
498	Хлодвиг принял крещение
98	Траян стал императором
−202	Сципион победил Ганнибала при Заме

В ответах школьников отразилось немалое разнообразие их исторических вкусов. Например, 1898 год связывали со съездом РСДРП, со введением золотого стандарта рубля, даже с юбилеем Набокова! 1798 год был связан не только с египетским походом Бонапарта, но и с экспедицией Ушакова в Ионию. Похвальная широта кругозора! Характерно, что 1698 год многие школьники связали с возвращением Петра из Великого посольства, меньшее число — с последним стрелецким бунтом, но никто — со стрелецкой казнью. Можно похвалить столь явную неохоту подчёркивать людоедские детали российской и зарубежной истории!

Дата (1598) не вызвала разногласий: либо конец династии Рюриковичей, либо восшествие на трон Бориса Годунова. Увы — никто не вспомнил Нантский эдикт Генриха 4! Иное дело — 1498 год: тут многие назвали **третье** путешествие Колумба, но почти никто не вспомнил достижение Индии Васко да Гамой. К сожалению, заморские успехи испанцев заслоняют во мнении российских школьников сходные достижения португальцев...

Средневековые даты образуют зияющий провал. Никто не вспомнил крещение Хлодвига (498), переселение мадьяр в Венгрию (898) или восшествие Иннокентия 3 на папский трон (1198). Зато крещение Руси многие школьники охотно сдвинули на 10 лет вперёд — ради круглой даты!

Приятно отметить, что несколько школьников вспомнили две античные даты: последнюю битву Ганнибала при Заме (−202 год) и восшествие Траяна на

имперский трон (98 год). Все же античная история помнится даже через много лет после её изучения!

2. *В 17–18 веках в Европе возникли 4 прославленные академии наук. Где и когда они возникли?*

Кто из известных математиков стал первым членом **двух** *из этих академий?*

Кто стал первым членом **трёх** *из них?*

Кто — первым членом всех **четырёх** *академий?*

А. Королевское Общество в Лондоне (1662 год).

Б. Парижская Академия Наук (1666 год).

В. Прусская Академия Наук в Берлине (1700 год).

Г. Российская Академия Наук (1725 год).

Первый член (А) и (Б), президент (Б) — Христиан Гюйгенс.

Первый член (А), (Б) и (В), президент (В) — Готфрид Лейбниц.

Первый член (А), (Б), (В) и (Г) — Даниил Бернулли.

Более 15 участников турнира верно назвали 4 академии. Но верно угадать все три персоны учёных не сумел никто — хотя было немало удачных догадок. Ближе всех к истине оказался Пётр Попов из 1508 гимназии: он предложил Ньютона, Лейбница и Эйлера.

Лейбниц угадан верно: он в 1700 году стал первым президентом Берлинской академии, уже будучи членом Лондонского Общества и Парижской Академии. Но Ньютон не был первым членом двух академий: его опередил его старший друг Гюйгенс, который был в числе членов-учредителей Королевского Общества и стал первым президентом Парижской Академии. Аналогично, Эйлера опередил его старший друг — Даниил Бернулли. Он приехал в Россию одновременно с Эйлером, но покинул её раньше — и потому раньше удостоился на западе всех возможных научных почестей.

3. *Укажите связи между научными открытиями Михаила Ломоносова и Джемса Кука. Составьте цепочку из общих знакомых между ними.*

1. Ломоносов разработал программу исследования полярных морей и прохождения Северного морского пути вокруг Азии.

Кук первый обошел Южный полюс в полярных широтах (не достигнув Антарктиды) и пытался проникнуть в Северный Ледовитый океан через Берингов пролив — с целью обогнуть Америку с севера.

Кроме этого, Ломоносов (в 1761 году) и Кук (в 1768 году) наблюдали прохождение Венеры по диску Солнца.

2. Цепь знакомых: Ломоносов — Екатерина 2 — Дидро — Банкс (натуралист на судне Кука «Endeavour») — Кук.

Первое задание никто не выполнил целиком — хотя многие вспомнили ломоносовский проект освоения Сибири через Северный Морской Путь вокруг Евразии. Но немногие школьники помнят о втором путешествии Кука — вокруг Антарктиды (которую он не сумел увидеть с дальних подступов), и никто не знает инструкцию Адмиралтейства к третьему путешествию: отыскать морской путь вокруг северного побережья Америки! Это поручение не было выполнено:

сначала льды помешали Куку войти в Берингов пролив, а потом Кук был убит на Гавайях.

Ни один школьник не вспомнил о прохождении Венеры по диску Солнца: в 1761 году Ломоносов наблюдал это явление из Петербурга, а в 1768 году Кук повторял наблюдение в Тихом океане. Увы — астрономия остается самой пренебрегаемой ветвью физики в нашей школе! Текст об Архимеде (см. ниже) выявил массовое незнание школьниками того факта, что гелиоцентрическую систему Вселенной впервые выдвинул Аристарх, а не Коперник.

Что касается цепи из общих знакомых между Ломоносовым и Куком, то многие школьники предложили схему: Кук — король Георг 3 — английский посол в Петербурге — Екатерина 2 — Ломоносов. Есть и иная возможность: Ломоносов — Екатерина 2 — Дидро — Банкс — Кук. Дело в том, что натуралист Банкс (спутник Кука в первом путешествии) был знаком с великим просветителем, который посетил Россию после завершения своей Энциклопедии (и после смерти Ломоносова).

4. *Перечислите 7 самых важных событий или процессов, происходивших в 19 веке.*

Рождение и гибель империи Наполеона.
Освобождение Латинской Америки от власти Испании.
Война между Севером и Югом в США.
Реформы Александра 2 в России.
Объединение Германии Бисмарком.
Реформа Мэйдзи в Японии.
Развитие электроэнергетики и электросвязи.

Здесь испытанию подверглась не столько эрудиция школьников, сколько их научный вкус. Большинство ответов включало минимум очевидно важных событий: Наполеоновские войны, объединение Германии, освобождение крестьян в России, войну между Севером и Югом в США, промышленный переворот в Англии. Сверх этого, многие школьники предложили оригинальные новинки мирового значения: изобретение электросвязи (телеграф — телефон — радио), расцвет русской литературы (спасибо Пушкину и его близкому юбилею!), а также рождение египтологии, революционную деятельность Гаусса в математике и Фарадея — в физике. Как видно, участники турнира Ломоносова — действительно рыцари многих качеств, ценящие культуру и науку не ниже политических успехов!

5. *Составьте перечень известных деятелей, знакомых с Сергием Радонежским. Кто из них был его другом, врагом, коллегой, учеником, соперником? Какие дела объединяли или сталкивали их между собой?*

Партнёры Сергия в церкви:
игумен Стефан (брат, коллега и соперник);
митрополит Алексий (начальник и друг);
епископ Дионисий Нижегородский (коллега и соперник);
Федор Симоновский, Андроник и Стефан Пермский (ученики-игумены);
патриарх Филофей Коккин, игумен Григорий Палама (союзники в Византии);

протопоп Митяй (враг);
митрополит Киприан (союзник, но не друг);
Епифаний (ученик и биограф);
Андрей Рублёв (ученик).

К сожалению, абсолютное большинство школьников смогло назвать только Дмитрия Донского — иногда с добавлением Пересвета и Осляби. Но нашлось немало приятных исключений, которые трудно объяснить. Так, более 10 школьников назвали Стефана — брата Сергия, указав, что тот был его соперником на посту игумена Троицы. Несколько человек назвали ученика и биографа Сергия — Епифания Премудрого. Из других учеников называли Стефана Пермского, Андроника, Андрея Рублёва и даже Фёдора Симоновского — с указанием, что тот был племянником Сергия! Видно, что многие московские учителя истории считают Сергия культурным героем первой величины, и не согласны с мнением на этот счёт авторов массового учебника — Л. А. Кацвы и А. Л. Юрганова. Жаль, что те же учителя поскупились рассказать ученикам о митрополите Алексии: имя «русского Ришелье» назвали только 3 участника турнира, имя Дионисия Нижегородского — лишь один участник. А ведь многие учителя и родители читают романы Д. М. Балашова!

6. *Перечислите известных деятелей Конкисты. Кто из них чем прославился?*

Принц Энрике и король Жоао 2 — организаторы Конкисты в Португалии.

Короли Фернандо Арагонский и Изабелла Кастильская — организаторы Конкисты в Испании.

Христофор Колумб (открыл путь в Америку).

Бартоломеу Диаш и Васко да Гама (открыли путь в Индию).

Васко Нуньес де Бальбоа (первый пересёк Америку и увидел Тихий океан).

Фернандо Магеллан (первый пересёк Тихий океан и открыл Филиппинские острова).

Франсиско Орельяна (первым проплыл по Амазонке).

Альфонсу Альбукерке (разгромил флоты мусульман в Индийском океане и открыл все гавани Индии для португальцев).

Эрнандо Кортес (завоевал царство ацтеков в Мексике).

Франциско Писарро (завоевал царство инков в Перу).

Гонсало Кесада (завоевал царство муисков в Колумбии).

Франциско Монтехо (покорил княжества майя на Юкатане).

Очень многие школьники назвали Кортеса и Писарро, верно указав их завоевания. Третье место занял Бальбоа — открыватель Тихого Океана, четвёртое — Магеллан, впервые пересекший его. Зато Орельяну на Амазонке вспомнили очень немногие — и лишь трое заметили, что Фернандо и Изабеллу можно считать «заказчиками» Конкисты! К сожалению, никто не догадался присоединить к числу активных властителей императора Карла 5, португальского принца Энрике и короля Жоао 2. И никто не назвал отважных португальских капитанов: Бартоломеу Диаша, Васко да Гаму, Альфонсо Альбукерке — покорителя Индийского Океана.

7. *Укажите государственных деятелей из других стран и времён, подобных Ивану Калите. Что общего в задачах, которые они решали, и в результатах их деятельности?*

Иван Калита поднял Московское княжество из ничтожества к могуществу, сочетая мудрую умеренность в экономике и законодательстве с жёсткой и хитрой политикой.

В Англии сходную роль сыграли короли Генрих 2 (12 в.) и Генрих 7 (16 в.).

Во Франции — короли Филипп 2 Август (13 век) и Людовик 11 (15 век).

В Испании — короли Фернандо и Изабелла (15 век).

В Германии — канцлеры Бисмарк (19 век), Аденауэр и Коль (20 век).

При решении этой задачи эрудиция школьников была гораздо менее важна, чем культура их исторического мышления. Приятно отметить, что такой культурой обладают многие «незнайки», которых никак нельзя назвать невеждами. Хотя многие готовы уподобить Калите любых удачливых правителей, создавших великие державы (вплоть до Александра Македонского!) — но немало нашлось учеников, верно оценивших тихое и скрытное «собирательство» Калиты. На этом основании в ряд его аналогов встали первые консулы Римской Республики, а также Филипп 2 Македонский и Гиерон Сиракузский, который долго и успешно балансировал между Эпиром, Римом и Карфагеном.

Из деятелей нового времени были по заслугам названы Фридрих Вильгельм Прусский (отец Фридриха 2), а также германские канцлеры: Бисмарк и Коль (к сожалению, никто не вспомнил хитрейшего Аденауэра). Из средневековых правителей с Калитою сравнивали Филиппа 2 Августа и Людовика 11 (вариант написания — Луи 11) во Франции, Генриха 2 и Генриха 7 в Англии — тех, что поднимали своё отечество из разрухи гражданских войн.

Но совсем неожиданным аналогом Калиты стала Клеопатра, которая долго и удачно стравливала Антония с Октавианом, чтобы помешать объединённому Риму поглотить ослабевший Египет. Пожалуй, сам Иван Данилович не возразил бы против такого уподобления своего диалога с ханами Орды!

8. *Составьте откровенный отзыв Сталина о Гитлере (или наоборот) — с указанием точной* **даты**, *когда составлялся этот отзыв.*

К сожалению, немногие школьники сочинили умный и **откровенный** отзыв одного диктатора о другом — которого он одновременно ненавидит и уважает, готов учиться разным хитростям у своего партнёра. За эту задачу взялись около 30 школьников: каждый десятый участник исторического конкурса. Две трети составили поверхностные отзывы, где автор только осуждает своего врага. Остальные выразили уважение или даже зависть Сталина к Гитлеру (которому судьба вручила столь послушный и умелый народ), либо Гитлера к Сталину (которому незачем воевать ради жизненного пространства). Прозвучала и мечта Сталина: как бы подольше мирно сосуществовать с умелым владыкой Германии, ради победы над враждебной им обоим Западной Европой! Но самый глубокий отзыв сочинила Наташа Синайская (1522 гимназия), датировав его 1950 годом.

9. *Чем известны в археологии и в истории следующие места:*

Богазкёй, Буреть, Гиссарлык, Гнёздово, Дзибильчальтун, Каракорум, Кармир-блур, Мальта, Мохенджо-даро, Навкратис, Ниса, Накш-и-Рустам, Сун-

гирь, Тель-эль-Амарна, Тилля-тепе, Толстая Могила, Хараппа, Чаталь-гююк, Чжоукоудянь?

Чжоукоудянь — пещера в Китае, где тысячи лет обитали синантропы.

Мальта, Буреть и Сунгирь — стоянки людей палеолита в Сибири и европейской России.

Толстая Могила — группа скифских курганов на Украине с богатыми захоронениями.

Чаталь-гююк — древнейший город в Малой Азии (ещё без крепостной стены).

Ниса — столица древней Парфии.

Накш-и-Рустам — скальные гробницы персидских царей (Ахеменидов и Сасанидов).

Тель-эль-Амарна — руины столицы фараона Эхнатона.

Тилля-тепе — гробница царей-кочевников Кушан в Афганистане.

Мохенджо-даро и Хараппа — древнейшие города Индии.

Кармир-блур — руины урартской крепости Тейшебаини.

Богазкёй — руины столицы царства хеттов.

Гиссарлык — холм с руинами Трои.

Гнёздово — древнейшее поселение и кладбище близ Смоленска.

Каракорум — руины столицы Чингисхана.

Навкратис — первая греческая колония в устье Нила.

Дзибильчалтун — руины крупнейшего из городов майя на полуострове Юкатан.

Очень многие школьники помнят, что холм Гиссарлык — это развалины Трои. Многие знают, что Каракорум — бывшая столица Чингисхана, а Мохенджо-даро и Хараппа — древнейшие города Индии. Но немногие вспомнили, что Тель-эль-Амарна — современное название руин столицы Эхнатона, а Навкратис — древнейшая колония эллинов в дельте Нила. Несколько человек вспомнили, что Ниса — столица древней Парфии (расположенная в Туркмении), а Чаталь-гююк — руины города в Анатолии, не имевшего стен и более древнего, чем Иерусалим. Очень немногие вспомнили или сообразили, что Толстая Могила — название одного из скифских курганов, а Богазкёй — руины одной из хеттских столиц (в Турции). Один-два человека вспомнили имя пещеры Чжоукоудянь вблизи Пекина, как место обитания синантропов; но гораздо большее число школьников решило, что это — имя одной из столиц империи Хань.

Многих школьников ввело в заблуждение знакомое имя острова: Мальта. Никто не знал, что так называется одна из палеолитических стоянок в Сибири, раскопанная (как и Буреть) А. Окладниковым. Но один из школьников удачно использовал сведения, почерпнутые из телепередачи «Вокруг Света»: в ней говорилось, что на острове Мальта раскопаны неолитические поселения 5 тысячелетия до н. э.

К сожалению, никто из школьников не опознал Сунгирь — ручей и стоянку палеолита близ города Владимира, где найдено захоронение двух мальчиков и вождя с богатым погребальным инвентарём (включая копьё из распрямлённого бивня мамонта). Также никто не опознал Тилля-тепе («Золотой холм») — группу

царских могил династии Кушан в Северном Афганистане, открытую и частично раскопанную В. И. Сарианиди накануне Афганской войны.

Понятно, что никто из школьников не опознал имя заброшенного города майя: Дзибильчальтун. Труднее понять, почему ни один участник турнира не узнал Гнёздово — городище вблизи Смоленска, излюбленное нашими археологами. Жаль также, что некрополь персидских царей Накш-и-Рустам остался не опознан ни одним из юных любителей исторической науки.

10. *Назовите имена учёных, впервые расшифровавших древнейшие письменности разных народов Земли.*

Шампольон — прочёл египетские иероглифы.

Гротефенд — начал читать персидскую клинопись.

Роулинсон — прочёл полностью персидскую часть Бехистунской надписи Дария 1, и частично — её эламский текст.

Опперт, Толбот и Хинкс — вместе с Роулинсоном начали уверенно читать аккадскую клинопись.

Вентрис — расшифровал линейное письмо «Б» на Крите.

Грозный — прочёл клинопись хеттов.

Кнорозов — прочёл рукописи майя.

Конечно, большинство школьников назвало Франсуа Шампольона — хотя некоторые нарекли его Шатильоном или даже Шампиньоном. Более 10 участников назвали Г. Гротефенда, начавшего дешифровку персидской клинописи. 5 человек назвали Б. Грозного — дешифровщика клинописи хеттов — и Г. Роулинсона, который прочёл весь персидский текст и часть эламского текста в Бехистунской надписи Дария 1. К сожалению, ни один школьник не вспомнил М. Вентриса, прочитавшего критское (греческое) линейное письмо «Б». Но два ученика назвали Ю. Кнорозова, прочитавшего рукописи майя. Наконец, один герой — Миша Вогман из 57 школы (который, как выяснилось, недавно сделал соответствующий доклад на школьном кружке) — вспомнил имена всех четырёх участников экзамена 1851 года, когда виднейшие ассириологи (Роулинсон, Толбот, Опперт и Хинкс) переводили незнакомый аккадский текст. Чего только не знают юные гуманитарии нашего времени!

В порядке убывания «популярности» среди школьников-участников конкурса по истории задачи распределились так: 4, 1, 5, 6, 7, 8, 3, 2, 10, 9.

11. Для удобства приводим текст с ошибками ещё раз. Все ошибки выделены *курсивом* и снабжены номерами, соответствующими пунктам пояснения. Неверные утверждения, не имеющие собственных пояснений (например, являющиеся контекстными следствиями других ошибок), отмечены номером 0. Список ошибок по номерам см. на стр. 1370

Архимед
(текст с ошибками)

Утро *мартовских*[2] *ид*[2] *105 года эры Александра*[1] не предвещало ничего замечательного. Как обычно, в *Остии — порту Сиракуз*[3] — шла разгрузка очеред-

ных караванов. *Скифы привезли*[4] *на продажу*[6] понтийскую пшеницу, а *египтяне — рис*[5], который *они научились выращивать у индийцев*[5], покорённых великим Александром. На одном из египетских кораблей прибыл дорогой гость — Эратосфен, старый друг Архимеда, ставший директором Александрийского Музея.

Десять лет друзья не виделись[7] — лишь обменивались письмами, сообщая о самых свежих научных открытиях. И вот пришла пора сравнить результаты двух ведущих школ греческого мира: *Александрийского Ликея*[8] и *Сиракузской Академии*[9]. Эратосфена сопровождает весь цвет учёной молодёжи Египта: *Конон*[10], *Герон*[11], *Диофант*[12] и другие, пока известные в Сиракузах только по именам. Конечно, прежде всего разговор пойдёт о геометрии. Александрийцы пришли в восторг от теоремы Архимеда об объёме шара и хотят, чтобы автор изложил во всех подробностях свой «метод песчинок» — неожиданную смесь геометрии с арифметикой, которая обещает ещё более ценные плоды.

Если Архимеда именуют «царём геометров», то Эратосфен — *король*[14] старой арифметики и новой *алгебры*[13]. *Он сумел сделать то, что не удалось великому Пифагору: нашёл 311 целочисленных прямоугольных треугольников и доказал, что других не бывает*[15]!

Заодно Эратосфен увлёкся простыми числами, на которых, по мнению Пифагора, держится весь мир. *Он доказал, что их множество бесконечно*[16], а теперь *ищет общую формулу простого числа*[17]. В этих поисках Эратосфен столкнулся с «близнецами» — парами и *тройками простых чисел, стоящими подряд*[18]. Очень важно понять: конечно их множество, или нет? (*см. комментарий*[19]) Если оно бесконечно, *то*[0] никакая *формула-многочлен*[17] не может задать все простые числа! Значит, придётся изобрести какие-то новые *функции, которые стремятся к бесконечности*[20] не монотонно, а как бы по ступенькам... Тут есть о чём подумать лучшим математикам Средиземноморья!

Но не одной математикой увлекаются учёные мужи Александрии. Есть ещё *химия: древнее искусство египтян*[21] превращать одни вещества в другие. Конечно, всякий металлург может назвать себя химиком — раз он *выплавляет из руд*[23] медь или *платину*[22]. Но *превратить тела моллюсков в алую краску*[25], или *обычное вино — в горючую жидкость*[24] — это под силу только мастерам древней страны *Кемт*[21a] и их греческим ученикам! *Возможно, этот путь поможет описать все множество природных стихий*[26] — от всем понятной воды до *загадочного апейрона, который безуспешно искали Пифагор и Евклид*[27].

Недавно *Архимеда посетила неожиданная мысль на этот счёт*[28]. *Известно, что любой металл* (*кроме золота*) *можно испортить, погрузив в уксус. И напротив — металлург наполняет печь углём, который отнимает порчу у руды, превращая её в металл. Не значит ли это, что все камни суть металлы, испорченные уксусом и другими кислотами?*[29] Надо только научиться возвращать металлам их благородный блеск, нагревая в жарком пламени! Пример тому — *Солнце, которое жарче всего на свете*[30] и потому *состоит из золота*[0]. С тех пор, как Аристарх доказал, что *Солнце стоит в центре мироздания*[0], каждому мудрецу ясно: *все планеты произошли от Солнца*[31], а *все вещества — из солнечного золота, путём его порчи при охлаждении*[0]. Значит,

в каждом камне таится золото! Порою оно проглядывает в форме блеска, или сверкает искрами при ударе камня о камень[32]...

Все эти догадки надо обсудить с Эратосфеном. Если они верны и если удастся выделить в чистом виде ту стихию, которая способна испортить даже золото — тогда химия станет столь же точной наукой, как арифметика, а стихии будут играть в ней роль простых чисел! Уж тогда *мы узнаем форму атомов разных стихий: сбудется вековая мечта Платона*[33]!

Увы, большая часть этих учёных надежд не сбылась, ибо научную встречу эллинов в Сиракузах оборвали боевые действия. *Римский флот под командой Аттилия Регула*[34] осадил Сиракузы с требованием, чтобы *царь Дионисий*[36] встал на сторону Рима в его борьбе с Ганнибалом. Уничтожив при Каннах *римскую армию Сципиона*[38], свирепый вождь финикийцев *осадил Рим*[39] — и теперь римляне пытались отрезать Ганнибала от подкреплений, *которые шли к нему из Африки*[37] *через Сицилию*[37a]. Так невезучий остров вновь стал ареной войны между чужеземными армиями.

Правнук великого Александра — царь Филипп[40], *занятый войною с грозным Пирром*[41], не успел помочь грекам Сицилии в их беде. В конечном счёте финикийская армия *была уничтожена молодым римским полководцем Серторием*[42]. Повторно *осадив Сиракузы, он потребовал выкуп за гибель невезучего Аттилия Регула*[35]. *Пусть славный Архимед со всеми учениками переселится в Рим*[43], *подобно Евклиду*[44] — иначе Сиракузы будут разрушены, а всех жителей ожидает рабство!

Старый патриот Архимед хотел покончить с собою — но сограждане упросили его пожертвовать своей честью ради их счастья. *Так греческая учёность вынужденно перенеслась из Сицилии в Рим*[45]. Став не только сильнейшим, но и *учёнейшим городом Италии*[46], Рим сделал последний решающий шаг на пути к мировому господству. Славная *Александрия хранила свою независимость в течение ещё одного поколения — до кончины Эратосфена; затем её постигла судьба Сиракуз*[47]. В результате *внук Эратосфена — Полибий*[48] — сделался римским учёным. Он написал историю войн римлян за сплочение Средиземноморья в нерушимую империю, *которая процветала в течение семи веков*[49].

Как обычно, наибольший простор для ума или недомыслия школьников представил текст со вставленными историческими ошибками — на этот раз посвящённый Архимеду. В нём политические несуразицы чередовались с нелепостями из истории науки. Начнём с обзора самых массовых заблуждений, проявленных школьниками на этом фронте.

А. Самая странная из иллюзий — будто частной переписки между учёными Средиземноморья **не было**, пока Рим не охватил этот регион своей властью и государственной почтовой службой. На деле культура обмена частных лиц письмами «с оказией» процветала в этом регионе ещё в персидскую эпоху — и пышно расцвела в эллинистическом мире, когда греческий язык стал международным. Не случайно половина открытий Архимеда известна нам из его писем к друзьям в Александрию.

Б. Многие школьники догадались, что египтяне не выращивали рис в эпоху Архимеда — но дали этому факту неверное объяснение, будто рис тогда не рос даже в Индии, или что в Египте для него неподходящий климат. В действительности рис впервые был освоен в Индокитае и распространился в Китае и в Индии задолго до античной эпохи. Но на Ближний Восток эта трудоёмкая культура проникла только в Средневековье — после того, как арабы подчинили Египет, Двуречье и часть Индии.

В. Почти все школьники не знают и не верят, что **гелио**центричную модель Вселенной впервые предложил Аристарх — и **обосновал** её, приближенно рассчитав диаметр Солнца (он оказался больше диаметра Земли — а большой шар вряд ли может обращаться вокруг малого шара). Слишком сильно мы забили детские головы приоритетом Коперника — который превзошёл Аристарха лишь в точности расчётов! Беда Аристарха в том, что его учёные современники (как и школьники наших дней) не верили расчётам, которые противоречат «здравому смыслу». К тому же схема Аристарха не позволила астрономам рассчитывать движение планет более точно, чем привычная схема Евдокса (с эпициклами).

Г. Многие школьники возмутились утверждением, будто Эратосфен и другие математики — «**египетские**» учёные: ведь они — греки (как видно из их имён), а Древний Египет был раньше Древней Греции! Увы: нынешняя система преподавания истории так уверенно и просто разложила всю Древность по полочкам, что для синтетических эпох (вроде эллинизма) не осталось места в детских умах. Не поможет ли этой беде сравнение Птолемеевского Египта с Послепетровской Россией, где при дворе также преобладали иностранные языки?

Д. Очень многие школьники не поверили в наличие до́менных печей в Античном мире. Это странно, и свидетельствует о плохой технической грамотности. Ведь только в домне, с поддувом воздуха, можно выделить из руды железо (в отличие от легкоплавкой меди) — а Железный век начался в Средиземноморье за тысячу лет до Архимеда! Если учитель физики не сообщил детям этот факт, то исправить эту ошибку должен историк.

Е. Странно, что слово «караван» почти все школьники восприняли, как «караван верблюдов». Неужели «караван судов» — незнакомое понятие даже для выпускников нашей школы? Видимо, это отражает убывающую популярность курса географии в школе — а «историк, не сведущий в географии, на каждом шагу встречает претыкание» — порою такое смешное, как «караван в гавани».

Ж. Ахиллесовой пятой абсолютного большинства школьников оказались (как следовало ожидать) **даты** жизни античных учёных. Эти даты никто не связывал с **открытиями** Пифагора, Евклида, Архимеда или Эратосфена — даже в математике, где логическая связь научных результатов позволяет без особого труда восстановить последовательность их появления. Оттого в работах школьников изобиловали бездоказательные утверждения о том, что «Архимед и Эратосфен жили в разные времена», или что «Пифагор жил **после** Архимеда». Очень многие ученики **физматшкол** ничего не слышали о «методе песчинок» Архимеда — первом варианте интегрального исчисления — и даже о том, что Архимед дал первое строгое доказательство формулы объёма шара ($V = \frac{4}{3}\pi r^3$).

Видно, что стык между историей науки и политической историей человечества остается не заполнен в учебном процессе даже ведущих московских гимназий. Напомним, что все приведенные ошибки взяты из **лучших** работ турнира, отмеченных премиями за то или иное проявление эрудиции либо культуры исторического мышления . . .

Приводим полный перечень «ошибок». Место в «тексте с ошибками» (см. стр. 1366), к которому относится пояснение, выделено *курсивом* и справа вверху от него проставлен номер пункта пояснения.

1. Александр Македонский начал править в 336 году до н. э. Значит, 105 год его эры — это 231 или 230 год до н. э. Но осада Сиракуз и гибель Архимеда — события 212 года до н. э.

2. Ни в каком греческом календаре не было **римского** месяца «март» или дня с названием «иды».

3. Остия — это порт города Рима, а не Сиракуз (которые сами стоят на берегу моря).

4. Скифы выращивали ячмень, рожь и пшеницу в Причерноморье — но они не плавали по морю, а продавали зерно греческим купцам.

5. Египтяне начали выращивать рис только после арабского завоевания (когда сами арабы переняли эту культуру в Индии).

6. Сицилия была **производителем** пшеницы — так что туда привозили на продажу только рожь.

7. После возвращения из Александрии в Сиракузы Архимед не встречался с Эратосфеном, хотя они регулярно переписывались.

8. Школа «Ликей», основанная Аристотелем, находилась в Афинах, а не в Александрии.

9. Название «Академия» употреблялось только в Афинах — где Платон учил молодежь в роще, посвященной герою Академу.

10. Математик Конон (ученик Евклида) был учителем Архимеда и Эратосфена — так что он старше их обоих.

11. Учёный-механик Герон жил в Александрии в 1 веке н. э. — намного позже Архимеда и Эратосфена.

12. Математик Диофант работал в Александрии в 3 веке н. э.

13. Слово «алгебра» появилось в 9 веке н. э. — в трудах арабских математиков.

14. Слово «король» появилось в Средние века — в связи с Карлом Мартеллом и Карлом Великим.

15. Существует **бесконечное** множество прямоугольных треугольников со взаимно простыми сторонами. Этот факт был известен ещё Пифагору.

16. Бесконечность множества **простых** чисел доказал Евклид — примерно за сто лет до гибели Архимеда.

17. Понятия **«формула»** и **«многочлен»** появились в математике с рождением **европейской** алгебры — в конце 16 века. До той эпохи никто не мог искать «общую формулу простых чисел».

18. Эратосфен обнаружил много **пар** простых чисел вида $(p; p+2)$ — «близнецов». Но аналогичная **тройка** простых чисел есть только **одна**: $(3, 5, 7)$. Это было известно ещё Евклиду.

19. Вопрос о конечности или бесконечности множества «простых близнецов», несомненно, волновал Эратосфена. Но решить эту проблему не удалось до сих пор.
20. «Функции, стремящиеся к бесконечности» — такое выражение появилось в науке лишь в 18 веке — после того, как Ньютон и Лейбниц создали математический анализ.
21. **Слово** «Химия» вошло в научный обиход в 8 веке н. э. — когда арабы назвали так искусство египтян превращать одни вещества в другие.
21а. «Кемт» (варианты: «Кеми», «Кемет» — египтяне не отмечали на письме гласных звуков) — одно из древних имён Египта; но эллины называли эту страну иначе: «Айгюптос».
22. О существовании **платины** европейцы узнали только в 17 веке — после того, как её обнаружили в Южной Америке и отличили от серебра по удельному весу (плотности).
23. Платина — благородный металл: она не образует соединений, так что нет «платиновой руды», а есть самородки и песок. Точка плавления платины столь высока (1772 °C), что лишь электрическая дуга позволяет её расплавить.
24. Получать из вина спирт или очень крепкую («горючую») водку путём перегонки химики научились только в Средневековье.
25. Изготовлять из тел моллюсков **пурпурную** (но не «алую») краску умели финикийцы, а не египтяне. Греки не смогли узнать этот секрет, и он был забыт.
26. Никто из учёных Эллады и Античного мира не пытался связать **ремесло** химиков с выделением природных «стихий» в чистом виде. Объединение химии с философией («алхимия») произошло лишь в Средневековье — в Исламском мире.
27. Ни Пифагор, ни Евклид не интересовались поисками «апейрона» — стихии, которую угадал Анаксимандр, но которая не связана с понятиями математики.
28. Архимед не увлекался химией; он занимался только теми науками, которые удаётся постичь, используя математику и механику.
29. Рассуждения о «порче» металлов с помощью «кислот» и о существовании «универсального окислителя» начались в Средневековье — среди арабских учёных.
30. Догадку о том, что Солнце — раскаленный камень, высказал Анаксагор задолго до Архимеда. Но он считал, что метеориты — осколки Солнца, так что оно состоит **не** из золота.
31. Гипотеза о происхождении планет от Солнца появилась только в 18 веке — в трудах Канта и Лапласа.
32. Гипотеза о наличии «основных» металлов в составе любого вещества появилась в Средние века среди арабских алхимиков. Но они считали основным металлом ртуть, а не золото.
33. Гипотезу об **атомах**, имеющих определенную **форму**, высказал Демокрит — современник Платона. Платон **не** принял эту гипотезу и всю жизнь боролся против неё.
34. Консул Аттилий Регул командовал римской армией и флотом во время **первой** Пунической войны: тогда Сиракузы **мирно** признали власть Рима, чтобы спастись от власти Карфагена.

35. Аттилий Регул был разбит и убит карфагенянами в Африке. Жители Сиракуз не были причастны к этому.
36. Во время **второй** Пунической войны Сиракузами правил царь Гиерон, а не Дионисий.
37. Ганнибал получал подкрепления не из Африки, а из Испании.
37а. Сицилия интересовала римлян как источник зерна и как путь их будущего **наступления** на Карфаген.
38. Римской армией при Каннах командовал не Сципион, а консулы Теренций Варрон и Эмилий Павел.
39. После победы при Каннах Ганнибал не стал осаждать Рим: у него не хватало войск для такой задачи.
40. Царь Филипп 5, который правил в Македонии во время **второй** Пунической войны и враждовал с Римом, был потомком не Александра Македонского, а одного из его полководцев — Антигона. Все дети Александра были убиты диадохами во время борьбы за наследие Александра.
41. Эпирский царь Пирр жил до начала Пунических войн.
42. Римский полководец Серторий жил в 1 веке до н. э. — после окончания Пунических войн.
43. Римской армией, осадившей Сиракузы, командовал консул Клавдий Марцелл. Он не имел поручения привезти в Рим живого Архимеда. Римский сенат не интересовался учёными.
44. Евклид никогда не бывал в Риме, поскольку римляне той эпохи (и более поздних времён) не увлекались математикой.
45. Архимед был случайно убит во время штурма Сиракуз и не попал в плен к римлянам. Если бы он уцелел — его, вероятно, провели бы в числе прочих пленных во время триумфа в Риме, а потом продали бы в рабство.
46. Рим **никогда** бы не стал «учёнейшим городом» Италии или Средиземноморья. Римляне относились к греческой учёности, как к развлечению бездельников. Римского поэта Лукреция, написавшего научно-популярную поэму «О природе вещей», в Риме считали сумасшедшим.
47. Александрия попала под власть Рима через 180 лет после падения Сиракуз — при Октавиане Августе.
48. Греческий историк Полибий, написавший первую историю Рима и его войн, жил через полвека после падения Сиракуз и был свидетелем разрушения Карфагена римлянами. Полибий не был родственником Эратосфена.
49. Римская империя, созданная Августом, процветала около 250 лет — до начала гражданских войн между «солдатскими» императорами.

В заключение перечислим авторов самых удачных или самых интересных работ по истории на нынешнем турнире им. Ломоносова:

Пётр Мансилья-Круз (школа 57, 11 класс), **Татьяна Аникеева** (школа 57, 11 класс) (единственная девушка среди лауреатов), **Георгий Рыбаков** (гимназия 1510, 10 класс), **Максим Корольков** (школа 57, 9 класс), **Илья Чирков** (школа 1201, 8 класс) (лучший результат по тексту «Архимед»), **Андрей Волыхов** (школа 444, 8 класс) (самая чёткая работа в младших классах), **Дмитрий Косов** (гимназия 1543, 7 класс).

КОНКУРС ПО ЛИНГВИСТИКЕ

Задачи по лингвистике и их решения предоставлены оргкомитетом Традиционной Олимпиады по лингвистике и математике, организуемой совместно отделением теоретической и прикладной лингвистики МГУ и факультетом теоретической и прикладной лингвистики РГГУ.

Задачи

1. (М. Е. Алексеев, А. Н. Журинский).
Были взяты грузинские названия месяцев в их очерёдности с января по декабрь. Некоторые названия пропущены, но порядок следования остальных сохранён:

იანვარი, თებერვალი, მარტი, აპრილი, მაისი, ივნისი, ივლისი, ოქტომბერი, ნოემბერი.

Переведите на русский язык грузинские названия месяцев и укажите их примерное произношение.

Указание. Следует иметь в виду, что грузинские названия могут быть лишь частично сходны с соответствующими русскими, как, например, английские названия месяцев.

2. (Я. Г. Тестелец).
Даны словосочетания на русском языке и их переводы на шведский:

1. *ствол берёзы* — stammen på björken,
2. *футляр от очков* — etuiet till glasögonen,
3. *звук взрыва* — ljudet från explosionen,
4. *страница газеты* — sidan i tidningen,
5. *голова собаки* — huvudet på hunden,
6. *якорь корабля* — ankaret till skeppet,
7. *дым от сигареты* — röken från cigaretten,
8. *член правительства* — medlemmen i regeringen,
9. *батарейка приёмника* — batteriet till transistorn,
10. *спинка кресла* — ryggstödet på länstolen,
11. *шнурок ботинка* — snören till skon,
12. *запах цветка* — doften från blomman,
13. *боец батальона* — soldaten i bataljonen.

Заполните пропуски в следующих словосочетаниях, объяснив своё решение:

а) *свет от лампы* — skenet . . . lampan,
б) *крыша здания* — taket . . . byggnaden,
в) *крышка кастрюли* — locket . . . kastrullen,
г) *статья закона* — paragrafen . . . lagen,
д) *участник заговора* — deltagaren . . . sammansvärjningen.

Примечание. å, ä, ö — особые гласные шведского языка.

3. (И. Н. Шахова)
Даны числительные языка хауса:

ɗ'ari bakwai da hamsin da shidda — 756
sitta da ɗ'ari bakwai da biyar — 6705
saba'a da ɗ'ari biyar da sittin — 7560

А. Переведите с хауса: saba'in da biyar, ɗ'ari shidda da sittin da shidda.
Б. Запишите на хауса: 67; 5605.

Примечание: ', ɗ' — особые согласные языка хауса.

(Хауса — один из западно-чадских языков. На нём говорит от 30 до 40 млн. человек в Нигерии и ряде других стран Африки.)

Решения задач конкурса по лингвистике

1. Среди русских названий месяцев одинаковое начало имеют *март* и *май*, а также *июнь* и *июль*; последние два, кроме того, одинаковы по длине. Это справедливо и для грузинских названий. (Отыскать их помогает и то, что май — второй месяц после марта, а июнь и июль следуют подряд.) Первая пара дает нам буквы, которые предположительно соответствуют русским *м* (მ), *а* (ა), *р* (რ) и др., вторая пара — *н* (ნ) и *л* (ლ). Подставляя эти буквы в опознанные названия месяцев, узнаём некоторые другие буквы и в результате получаем следующее чтение (прочерк поставлен на место букв, которые остаются неопознанными):

იანვარი	*иануари*	январь
თებერვალი	*-эбэруали*	февраль
მარტი	*марти*	март
აპრილი	*а-рили*	апрель
მაისი	*маи-и*	май
ივნისი	*иуни-и*	июнь
ივლისი	*иули-и*	июль
ოქტომბერი	*о-томбэри*	октябрь
ნოემბერი	*ноэмбэри*	ноябрь

(Чтение буквы ი, которая здесь записана как *и*, остаётся не вполне ясным, так как она может соответствовать также русскому *й* или *ий*.)

Звуковое значение некоторых букв отличается от ожидаемого. Так, первый звук в слове 'февраль' (თ) — [т] придыхательное, предпоследний звук в словах 'май', 'июнь' и 'июль' (ს) — [с].

2. Анализируя условие, определяем значения сочетаний шведских предлогов с существительными:

på — ‘неотъемлемая часть’
till — ‘дополнительная часть, приложение’
från — ‘то, что исходит от чего-либо’
i — ‘однородная часть’

Ответы:

а) *свет от лампы* — skenet från lampan
б) *крыша здания* — taket på byggnaden
в) *крышка кастрюли* — locket till kastrullen
г) *статья закона* — paragrafen i lagen
д) *участник заговора* — deltagaren i sammansvärjningen

3. Как и в русском языке, в языке хауса в названии числа сначала указываются бóльшие разряды, затем — меньшие: тысячи, сотни, десятки, единицы. Между числовыми значениями разрядов ставится слово da. Используя данные задачи, представим в таблице выражение числовых значений в разных разрядах:

числовое значение	разряды			
	единицы	десятки	сотни	тысячи
5	biyar	hamsin	ɗari biyar	
6	shidda	sittin		sitta
7			ɗari bakwai	saba’a

Замечаем, что для обозначения сотен используется слово, обозначающее количество единиц, предваренное словом ɗari. Видимо, ɗari и значит ‘100’. Для обозначения одинакового количества единиц и десятков используются слова с разными корнями, а вот для десятков и тысяч используются те же корни. Это можно заметить, сравнивая sittin ‘60’ и sitta ‘6000’. Для обозначения десятков используется суффикс in (ср. также hamsin), тысяч — суффикс -a (saba’a). Опираясь на подмеченные закономерности, выполняем задание.

Ответ:
А. 75, 666.
Б. sittin da bakwai, hamsa da ɗari shidda da biyar.

КРИТЕРИИ НАГРАЖДЕНИЯ. СТАТИСТИКА. ИТОГИ

На Турнире не присуждаются 1, 2 и 3 места. Участник, написавший хорошую работу на одном из конкурсов, получает грамоту с надписью «. . . *награждается за успешное выступление в конкурсе по. . .* (название конкурса)». Если работа хорошая, но не на столько, чтобы за неё можно было выдать грамоту, жюри отмечает этот факт. Если у одного участника таких работ окажется 2 или больше (по разным предметам), ему будет вручена грамота с текстом:

«. . . *награждается за успешное выступление в конкурсе по многоборью*». Разумеется, в одной грамоте могут присутствовать названия нескольких (или даже всех!) конкурсов. Вместе с грамотами все победители получают интересную книжку с памятным штампом. Всем участникам сообщаются их результаты (высылается письмо с результатами по каждому предмету, а также оценки по каждой задаче по математике, физике, лингвистике).

Процент участников, получивших грамоты, достаточно большой. Но из этого вовсе не следует, что стать победителем турнира совсем легко — ведь почти все его участники — достаточно сильные школьники. Да и выявление победителей никогда не было целью турнира. Цели турнира достаточно разнообразны: познакомить школьников с интересными задачами и фактами, выходящими за рамки школьной программы (предмета «лингвистика» нет, например, почти ни в одной школе), заинтересовать их школьными предметами, которые раньше казались совсем скучными и неинтересными, пригласить на различные кружки, олимпиады, а также в школы и классы с углублённым изучением предметов.

Работы по разным предметам проверяются разными людьми — специалистами в своей области, — поэтому технология проверки работ также несколько различается.

На конкурсах по математике, физике и лингвистике применяется традиционная система, пришедшая из математических олимпиад, где она возникла несколько десятилетий назад: за каждую задачу (или пункт задачи) ставится одна из следующих оценок (приведены в порядке убывания «хорошести»):

«+!», «+», «+.», «±», «+/2» «∓», «−.», «−», «0».

«+» — правильное решение задачи,

«+!» — правильное и сильно выделяющееся на фоне остальных в лучшую сторону,

«+.» — правильное с недочётами,

«∓» — не совсем правильное,

«−.» — «не совсем неправильное»,

«−» — неправильное,

«0» — задача в работе не записана

(точный смысл оценок определяется при проверке для каждой задачи отдельно)

На конкурсе по химии каждая задача оценивается в баллах, в зависимости от правильности и полноты решения и класса, в котором учится участник Турнира. Критерии этих оценок приведены на странице 1349. В зачёт идёт сумма трёх максимальных оценок.

На конкурсе по астрономии и наукам о Земле каждый вопрос также оценивается в баллах, в зависимости от полноты и правильности ответа. Критерии этих оценок приведены на страницах 1320 – 1335 вместе с правильными ответами и комментариями. Итоговый результат определяется суммой баллов.

На конкурсе по биологии каждый вопрос оценивается в баллах, итоговый результат определяется суммой баллов. Точную систему оценок организаторы конкурса, к сожалению, не сообщили.

На конкурсе по лингвистике оценки переводятся в баллы:

$$«+» = 3, \quad «\pm» = 2, \quad «\mp» = 1, \quad «-» = 0.$$

Итоговый результат определяется суммой баллов.

На конкурсе по истории каждая работа оценивается жюри целиком персонально.

Таблица 1. Критерии определения победителей Турнира

<table>
<tr><td>название конкурса</td><td>результат</td><td colspan="7">класс</td></tr>
<tr><td></td><td></td><td>5</td><td>6</td><td>7</td><td>8</td><td>9</td><td>10</td><td>11</td></tr>
<tr><td rowspan="3">математика</td><td>грамота</td><td colspan="2" rowspan="2">не было участников</td><td rowspan="2">$\pm$</td><td>$\pm$(№ 1) $\pm$(№ 3)</td><td colspan="2" rowspan="2">$\pm\pm$</td></tr>
<tr><td colspan="2">$\pm$(№ 2) $\mp$</td></tr>
<tr><td>многоборье</td><td colspan="2">не было участников</td><td>нет</td><td colspan="2">$\pm$(№ 2)</td><td colspan="2">$\pm$</td></tr>
<tr><td>макс. возм</td><td colspan="2">—</td><td colspan="3">+ + + (3 задачи)</td><td colspan="2">+ + + (3 задачи)</td></tr>
<tr><td rowspan="7">физика</td><td rowspan="3">грамота</td><td rowspan="7">не было участников</td><td colspan="6">$\pm$(№ 8)</td></tr>
<tr><td rowspan="3">$\frac{\pm}{2}$</td><td colspan="2">$\frac{\pm}{2}$ $\frac{\pm}{2}$</td><td colspan="2">$\pm\pm$</td><td>+! $\frac{\pm}{2}$</td><td>+! +.</td></tr>
<tr><td rowspan="2">$\pm$</td><td colspan="2">+!</td><td>+. $\pm$</td><td>+. $\pm\pm$</td></tr>
<tr><td>$\pm\mp$</td><td>+. $\frac{\pm}{2}$</td><td>$\pm\pm\pm$</td><td>+. $\pm$ $\frac{\pm}{2}$ $\frac{\pm}{2}$</td></tr>
<tr><td rowspan="3">многоборье</td><td colspan="6">$\frac{\pm}{2}$(№ 8)</td></tr>
<tr><td>$\mp\mp$</td><td colspan="2">$\frac{\pm}{2}$</td><td colspan="3">+.</td><td>$\pm\pm\pm$</td></tr>
<tr><td></td><td>$\mp\mp\mp$</td><td></td><td>$\frac{\pm}{2}\mp$</td><td>$\frac{\pm}{2}$ $\frac{\pm}{2}$</td><td>+. $\pm$</td></tr>
<tr><td>макс. возм</td><td colspan="2">—</td><td>+++++</td><td>+++++</td><td>+++++++</td><td>++++++++</td><td>+++++++</td></tr>
<tr><td rowspan="3">химия</td><td>грамота</td><td colspan="2" rowspan="3">не было участников</td><td colspan="2">> 5</td><td>8</td><td>6</td><td>8</td></tr>
<tr><td>многоборье</td><td>4</td><td>5</td><td>7</td><td>5</td><td>6</td></tr>
<tr><td>макс. возм</td><td colspan="2">-</td><td>15</td><td>15</td><td>14</td><td>17</td><td>18</td></tr>
<tr><td rowspan="3">биология</td><td>грамота</td><td colspan="2">5</td><td>16</td><td colspan="3">21</td><td>25</td></tr>
<tr><td>многоборье</td><td colspan="2">не присужд.</td><td>> 7</td><td colspan="3">>10</td><td>>12</td></tr>
<tr><td>макс. возм</td><td colspan="7">нет информации</td></tr>
<tr><td rowspan="3">лингвистика</td><td>грамота</td><td colspan="7">8</td></tr>
<tr><td>многоборье</td><td colspan="5">5</td><td colspan="2">6</td></tr>
<tr><td>макс. возм</td><td colspan="7">9 (3 задачи по 3 балла)</td></tr>
<tr><td rowspan="3">науки о Земле</td><td>грамота</td><td colspan="3">4</td><td colspan="2">5</td><td colspan="2">6</td></tr>
<tr><td>многоборье</td><td colspan="3">6</td><td colspan="2">7</td><td colspan="2">8</td></tr>
<tr><td>макс. возм</td><td colspan="7">баллы по задачам: 3, 3, 5, 4, 4, 2, 4, 3, 3, 4; итого 35</td></tr>
<tr><td>история</td><td colspan="8">Определяется решением жюри персонально по каждой работе</td></tr>
<tr><td>матем. игры</td><td colspan="6">Определяется на месте решением членов жюри, проводящих конкурс</td><td colspan="2">Конкурс не проводится</td></tr>
</table>

На устном конкурсе по математическим играм результат участника определяется членами жюри, проводящими конкурс, сразу по окончании конкурса, и сообщается участнику.

Одни и те же задачи участников разного возраста проверяются по одинаковым правилам (требования к стилистике текста, разумеется, с учётом возрастных особенностей), а решение о присуждении диплома зависит от возраста (класса) и принималось по критериям, представленным в таблице 1. В каждой

графе приведён набор оценок или сумма балов, минимально-достаточные для получения грамоты или балла в многоборье. Если таких наборов несколько, они приводятся на разных строках друг под другом.

Таблица 2. Статистические данные

класс	5	6	7	8	9	10	11	Всего
всего участников	2	49	343	384	404	411	332	1926
мальчиков	2	27	211	209	225	232	194	1101
девочек	0	22	132	175	179	179	138	825
математика, участников	0	0	16	55	100	174	164	509
матем. игры, участников*	0	13	64	47	37	10***	5***	>176
физика, участников	0	1	112	156	133	157	109	668
химия, участников	0	0	13	81	118	68	54	334
биология, участников	1	14	182	188	185	62	75	707
история, участников**	0	2	24	34	14	22	21	284
лингвистика, участников	2	23	188	194	221	195	168	992
науки о Земле, участников	1	23	163	93	110	96	40	526
математика, грамот	0	0	16	13	53	81	184	—
матем. игры, грамот	0	4	12	22	21	4***	4***	—
физика, грамот	0	1	34	57	37	40	74	—
химия, грамот	0	0	1	13	14	12	26	—
биология, грамот	0	8	10	7	26	21	34	—
история, грамот	0	1	18	26	19	30	52	—
лингвистика, грамот	0	0	2	5	14	20	35	—
науки о Земле, грамот	0	4	29	5	14	12	22	—
многоборье, грамот	0	4	40	52	60	61	93	—
всего письменных работ	3	63	698	801	881	774	631	4020
всего грамот	0	17	131	142	182	192	179	843

* — приведены данные о количестве участников, получивших оценки «v» и «e». Остальные участники на устном конкурсе по математическим играм не регистрируются

** — приведены данные о количестве участников, получивших оценки «v» и «e». Данные о количестве участников конкурса по истории по классам, к сожалению, утрачены. Суммарное количество участников конкурса по истории приведено правильно.

*** — конкурс для 10–11 классов не проводился, эти учащиеся приняли в нём участие в порядке исключения

В таблице 2 есть несколько несоответствий, которые не являются арифметическими ошибками. Например, несоответствие в некоторых графах числа в графе «всего» сумме по классам просто означает, что некоторые школьники ни в регистрационной карточке, ни в работе не указали свой класс, некоторые

участники получили грамоты сразу по нескольким предметам, поэтому число в графе «всего грамот» меньше, чем арифметическая сумма по столбцу, и т. д.

Таблица 3. Статистика последних лет[1]

Класс	5	6	7	8	9	10	11	Всего
Всего участников, 1994	2	10	175	276	308	197	138	1113
Всего участников, 1995	1	14	116	273	276	329	296	1311
Всего участников, 1996	12	66	387	427	495	391	446	2227
Всего участников, 1997	7	32	349	461	397	438	345	2029
Всего грамот, 1997	*2*	*11*	*115*	*209*	*182*	*231*	*201*	*951*
Всего участников, 1998	2	49	343	384	404	411	332	1926
Всего грамот, 1998	*0*	*17*	*131*	*142*	*182*	*192*	*179*	*843*
Количество участников 1998 года, участвовавших 1997 г.	0	1	14	82	130	86	107	420

В этом году (1998) было немного меньше, чем в прошлом, участников, чуть меньше процент участников, получивших грамоты, но стало больше участников, получивших грамоты сразу по нескольким предметам. В этом году уровень участников по всем классам был несколько выше, чем в прошлом, было намного меньше "пустых"работ, несмотря на несколько более сложные, чем в прошлом году, задания. Такая тенденция по сравнению с прошлым годом объясняется плохой работой московской почты: дело в том, что разосланные Оргкомитетом по школам информационные письма в большинство московских школ попали или за день до Турнира в субботу (когда большинство из этих школ не работало), либо после Турнира в понедельник. Поэтому большинство участников в этом году — это учащиеся школ и классов (в основном — специализированных), где достаточно серьёзно относятся ко всяким олимпиадам, а также школьники, которые хотели участвовать в Турнире и целенаправленно искали информацию о нём. Такое положение дел противоречит заявленным целям мероприятия и в следующем году оргкомитет постарается его исправить.

В этом году впервые в истории Турнира нашлись участники, полностью решившие варианты по физике и химии (соответственно 11 и 10 задач) и достаточно много участников приблизилось к этому результату. А это сделать совсем не просто (см. условия задач; напомним, что в течение нескольких последних лет по физике и химии предлагается большое количество трудных задач на выбор, из которых для получения грамоты достаточно решить 2 или 3). В целом Турнир сейчас переживает переходный период и занимает новую «экологическую нишу»: задания стали более серьёзными и сложными, среди участников стало довольно много профессионалов-олимпиадников, которые ещё несколько лет назад считали турнир абсолютно несерьёзным («детским») мероприятием.

[1] Реально в этом году количество участников составило не менее 2000. Цифры, приведённые в таблице, соответствуют зарегистрированным участникам, т. е. сдавшим карточку, подписанную работу, или тем, которых удалось опознать как-нибудь ещё.

Это естественный процесс, бороться с которым — бесполезно (оргкомитет всё-таки специально ограничивает уровень заданий конкурса по математике, иначе, благодаря ученикам математических школ, составляющим значительную часть участников Турнира, он превратился бы в чисто математическое мероприятие; роль последнего сейчас выполняет осенний тур Турнира городов по математике).

Напомним, что первый Ломоносовский турнир состоялся 21 год назад, осенью 1978 г. Тогда, в первый раз, на него были приглашены только ученики восьмых (в современной нумерации — 9) классов. Организаторы тогда понятия не имели, как нужно проводить подобные мероприятия, и, конечно, не предполагали, что их идея просуществует более 20 лет (и, будем надеяться, намного больше). Первые годы на турнире были не очень сложные задания, сравнительно небольшое количество участников и примерно столько же членов жюри. Конкурсы в основном были устными, предлагались интересные демонстрационные задачи по физике (а один раз — и по математике!), ... Любой школьник имел возможность тут же обсудить заинтересовавшую его задачу или вопрос. Турнир больше напоминал кружок, чем олимпиаду.

Сейчас всё это повторить невозможно. Кроме объективных причин (прежде всего это значительно возросшее количество участников) в последние годы возникло много затруднений, которые организаторы первых турниров не могли даже и предположить. Прежде всего это финансовые проблемы. И ладно бы это были только типографские, почтовые расходы, затраты на изготовление экспериментальных задач. Наиболее естественным местом проведения Турнира им. Ломоносова много лет были московские ВУЗы. Это здания, в которых есть много расположенных рядом больших аудиторий, в каждой из которых удобно проводить конкурс по одному из предметов. Да и участники — будущие абитуриенты. Но в последнее время руководство высших учебных заведений Москвы всё больше интересуется материальной стороной вопроса (некоторые чиновники искренне удивляются, почему оргкомитет Турнира не берёт денег с участников). Да и просто различные согласования теперь требуют чуть ли не больше сил, чем собственно составление заданий Турнира и проверка работ. Намного легче провести Турнир в московских школах. Но это хуже — школа вмещает значительно меньше народу, поэтому приходится увеличивать количество мест проведения, что рассеивает силы оргкомитета (профессионалов, которые во время конкурса умеют правильно, быстро и понятно отвечать на самые неожиданные вопросы школьников, не так много), не даёт возможности включить в задания интересные демонстрации, которые трудно сделать в большом количестве экземпляров.

Особую благодарность оргкомитет выражает Московскому Авиационному институту, администрация и сотрудники которого, несмотря на все трудности, понимают необходимость работы со школьниками. Там не только оказывают поддержку Турниру, но и организована бесплатная физматшкола (преподаватели которой получают зарплату), и делается ещё много столь же нужного и полезного. Конечно, такие люди есть и в других местах, но всё, что они делают, — это в основном их личная инициатива, к которой администрация в лучшем случае относится нейтрально. В таких условиях можно, например, организовывать

хорошие школьные кружки, лекции, но невозможно провести подобное Ломоносовскому турниру массовое мероприятие.

Турнир меняется. Но, наверное, не нужно сильно об этом жалеть. Не в последнюю очередь благодаря ему появилось много других мероприятий, похожих на Турнир в разные периоды его существования и занимающих соответствующее место в «олимпиадной экосистеме»: Математический праздник для 6–7 классов, где дети могут не только порешать задачи (не очень сложные), но и посмотреть после этого мультфильмы, Соросовская олимпиада по математике, физике, химии и биологии, при составлении заданий которой организаторы принципиально придерживаются школьной программы, и много других.

И, самое главное, уже более 20 лет сохранилась сама идея многопредметного турнира для школьников, основная цель которого — не выявить победителей и побеждённых, а принести пользу как можно большему количеству школьников-участников. И не только сохранилась, но и «разрослась». По московским заданиям Ломоносовский турнир теперь проводится в Харькове, Карелии, Израиле... Похожая идея уже много лет реализована в Кирове. Интеллектуальный марафон, хотя и сильно отличающийся правилами, тоже не следует забывать.

1997

XX ТУРНИР им. М. В. ЛОМОНОСОВА

28 сентября 1997 г.

ОТЧЕТ

Турнир им. М. В. Ломоносова — ежегодное многопредметное соревнование по математике, физике, наукам о Земле, химии, биологии, истории, лингвистике. Цель Турнира — дать участникам материал для размышлений и подтолкнуть интересующихся к серьёзным занятиям. Турнир проводится Международным оргкомитетом Турнира городов при поддержке МИПКРО (Московского института повышения квалификации работников образования), Московским Центром непрерывного математического образования, вузами и школами Москвы.

Первый турнир состоялся в 1978 году.

20-й Турнир им. М. В. Ломоносова состоялся в воскресенье, 28 сентября 1997 года. В нём приняли участие 2029 школьников, жюри проверило 5129 работ (в г. Москве).

Турнир проводился в Московском авиационном институте, Московском государственном университете, Российском государственном гуманитарном университете, Московском центре непрерывного математического образования, московских гимназиях №№1521, 1543, 1567, московских школах №№444, 491, 602, 905, 1018, 1180, 1678. В этом году турнир также был проведён в г. Харькове.

Турнир им. М. В. Ломоносова состоит из нескольких конкурсов. Все конкурсы по различным предметам проводятся одновременно в разных аудиториях. Школьники могут в любое время переходить из аудитории в аудиторию и принять участие в любом количестве конкурсов, победители определяются отдельно в каждом конкурсе. Все конкурсы турнира 1997 года были письменными.

Предполагаемый возраст участников — 7 класс и старше, включая 11. В Турнире могут принимать участие и более младшие школьники (некоторые из них получили грамоты за успешное выступление). Следует, однако, учесть, что специальных заданий для учащихся 6 классов и младше не предусматривается; учащимся этих классов имеет смысл приходить на Турнир, если они готовы решать задания 7 класса.

В интернете по адресу http://www.mccme.ru/olympiads/turlom опубликованы электронные материалы турниров этого года и предыдущих лет.

КОНКУРС ПО МАТЕМАТИКЕ

Задачи

В скобках после номера задачи указаны классы, для которых предназначена задача.

1. (7–9 и младше) К берегу Нила подошла компания из шести человек: три бедуина, каждый со своей женой. У берега находится лодка с вёслами, которая выдерживает только двух человек. Бедуин не может допустить, чтобы его жена находилась без него в обществе другого мужчины. Может ли вся компания переправиться на другой берег?
(*Комментарий жюри по условию этой задачи приведён перед её решением.*)

2. (7–9 и младше) В треугольнике ABC угол A равен 120°, точка D лежит на биссектрисе угла A, и $AD = AB + AC$. Докажите, что треугольник DBC — равносторонний.

3. (7–9 и младше) По кругу записаны 7 натуральных чисел. Известно, что в каждой паре соседних чисел одно делится на другое. Докажите, что найдётся пара и не соседних чисел с таким же свойством.

4. (10–11) Число $1/42$ разложили в бесконечную десятичную дробь. Затем вычеркнули 1997-ю цифру после запятой, а все цифры, стоящие справа от вычеркнутой цифры, сдвинули на 1 влево. Какое число больше: новое или первоначальное?

5. (10–11) Можно ли разрезать равносторонний треугольник на пять попарно различных равнобедренных треугольников?

6. (10–11) Антиквар приобрёл 99 одинаковых по виду старинных монет. Ему сообщили, что ровно одна из монет — фальшивая — легче настоящих (а настоящие весят одинаково). Как, используя чашечные весы без гирь, за 7 взвешиваний выявить фальшивую монету, если антиквар не разрешает никакую монету взвешивать более двух раз?

Решения задач конкурса по математике

Комментарий жюри по условию задачи 1 для 7–9 классов

Жюри полагало, что жена не может «находиться в обществе другого бедуина без своего мужа» даже бесконечно малое время. То есть ситуация, когда женщина подплывает на лодке к берегу, на котором нет её мужа, но есть другой

бедуин, и, не выходя из лодки, отчаливает, являлась, по замыслу жюри, противоречащей условию задачи. Однако по оплошности это условие в явном виде в окончательный текст задачи не попало, и при проверке за его невыполнение оценка не снижалась. Любое другое решение жюри школьники могли бы справедливо оспорить, так как понятие «находиться в обществе» неоднозначно определяет вышеописанную ситуацию.

1. (7–9 и младше) Введём обозначения:
Б1, Б2 и Б3 — бедуины, Ж1, Ж2, Ж3 — их жёны, [} — лодка.

Берег Нила	**Нил**	Другой берег Нила
Б1+Ж1, Б2+Ж2, Б3+Ж3	[}	Никого нет
Б1, Б2, Б3+Ж3	[Ж1, Ж2 }	Никого нет
Б1, Б2, Б3+Ж3	{ Ж1]	Ж2
Б1, Б2, Б3	[Ж1, Ж3 }	Ж2
Б1, Б2, Б3	{ Ж1]	Ж2, Ж3
Б1+Ж1	[Б2, Б3 }	Ж2, Ж3
Б1+Ж1	{ Б2+Ж2]	Б3+Ж3
Ж1, Ж2	[Б1, Б2 }	Б3+Ж3
Ж1, Ж2	{ Ж3]	Б1, Б2, Б3
Ж2	[Ж1, Ж3 }	Б1, Б2, Б3
Ж2	{ Ж3]	Б1+Ж1, Б2, Б3
Никого нет	[Ж2, Ж3 }	Б1+Ж1, Б2, Б3
Никого нет	[Никого нет }	Б1+Ж1, Б2+Ж2, Б3+Ж3

2. (7–9 и младше) Отметим на отрезке AD точку K такую, что $AK = AB$. Тогда по условию $KD = AC$. Треугольник ABK является равносторонним, поскольку он имеет две равные стороны и один из углов $60°$. Поэтому треугольники ABC и KBD равны по двум сторонам ($AB = KB$ и $KD = BC$) и углу между ними ($\angle BAC = \angle BKD = 120°$). Значит, $BC = BD$ и $\angle DBK = \angle CBA$. Добавив к обеим частям последнего равенства $\angle KBC$, получаем $\angle DBC = \angle KBA$. Итак, треугольник DBC — равнобедренный с углом $60°$ при вершине, значит, равносторонний.

3. (7–9 и младше) Соединим пары соседних чисел так, чтобы стрелка шла от кратного (так называется число, которое делится на делитель) к делителю (если соседние числа равны, то направление стрелки выбираем произвольно). Общее количество стрелок нечётно (7), поэтому их направления не могут чередоваться. Следовательно, какие-то две соседние стрелки направлены в одну сторону: $x \to y \to z$. Это означает, что x делится на y, а y делится на z. То есть $x = ay$ и $y = bz$ (a и b — натуральные числа, $a = x/y$ и $b = y/z$). Следовательно, $x = ay = a(bz) = abz$. Отсюда следует, что x делится на z (потому что $x/z = (abz)/z = abz/z = ab(z/z) = ab \cdot 1 = ab$).

4. (10–11) Число $1/42$ можно представить в виде периодической десятичной дроби. Период начинается со второй цифры после запятой (двойки) и состоит из 6 цифр: 238095 ($1/42 = 0{,}0238095238\ldots$). Установить это можно, например, с помощью деления 1 на 42 «столбиком». Поскольку 1997 при делении на 6 даёт

остаток 5, 1997-я цифра записанного числа та же, что и пятая — нуль, а следующая — девятка. Значит, новое число больше. Бесконечные периодические десятичные дроби обозначаются так: $1/42 = 0{,}0(238095)$.

5. (10–11) Можно. Пусть ABC — данный равносторонний треугольник.

Отметим на стороне AC точку D, так чтобы $AD = DC$.

Отметим на стороне BC точку E, так чтобы $BE = CE$.

Отметим на отрезке BD точку F, так чтобы $BF = AF$.

Отметим на отрезке AF точку G, так чтобы $AG = GF$.

DEC (равносторонний), DGF (равносторонний), BED ($BE = ED$), BFA ($BF = FA$), AGD ($AG = AD$) — искомые равносторонние треугольники.

Возможность построений с указанными условиями, попарная различность и равносторонность треугольников почти очевидны из рисунка, строгое доказательство всех этих утверждений длинное и неинтересное и поэтому здесь не приводится.

Существуют и другие варианты разрезания.

6. (10–11) Сначала положим на две чаши весов по 13 монет, затем (если весы находятся в равновесии) уберём их и положим по 11 из ещё не бравшихся, затем по 9, 7, 5, 3 и 1 до тех пор, пока одна из чаш не перевесит.

Если такого не произойдёт, то после седьмого взвешивания (когда на чашах весов будет всего по одной монете) останется всего одна монета, которая во взвешиваниях не участвовала. Она и является фальшивой.

Если при каком-то взвешивании какая-то чаша перевесила, значит фальшивая монета лежит в другой чаше. Общее количество монет в этой чаше обозначим $2k + 1$ (мы каждый раз кладём на одну чашу нечётное число монет), при этом мы уже использовали $7 - k$ взвешиваний, причём каждая монета взвешивалась не более одного раза. Поэтому осталось найти фальшивую монету в группе из $2k + 1$ монет за k взвешиваний, взвешивая каждую монету не более одного раза. Для этого можно разбить все монеты в группе, кроме одной, разбить на k пар и последовательно сравнивать веса монет каждой пары. Если при каком-то взвешивании равновесие нарушится, то более лёгкая монета и является фальшивой. В противном случае, фальшивая монета — оставшаяся без пары.

КОНКУРС ПО ФИЗИКЕ

На листе с заданием было приведено следующее разъяснение:
После номера задачи в скобках указано, каким классам эта задача рекомендуется. Решать задачи не своего класса разрешается. Обращайте внимание на качество физических объяснений: работа, в которой хорошо, с объяснениями, решены две-три задачи, будет высоко оценена — выше, чем работа, в которой имеются нечёткие рассуждения по многим задачам.

Задания

1. (7–9) Сравниваются два опыта.

1. На стол кладётся деревянная линейка толщиной 1–2 мм и длиной 50 см так, чтобы чуть больше половины линейки лежало на столе, а остальная часть свешивалась. Если нажать на свешивающуюся часть, линейка легко наклонится.

2. Линейка кладётся так же, но на ту часть линейки, которая находится на столе, кладётся лист бумаги. Теперь, если быстро нажать на свешивающуюся часть, линейка стала как будто тяжелее.

Объясните, почему это так и опишите явления, возникающие при нажимании на линейку.

2. (7–9) Можно представить себе такую возможность, что в некоторой стране длительность суток определялась как время между соседними восходами Солнца. В какое время года в этой стране «сутки» были самые длинные, а в какое — самые короткие?

3. (7–9) Почему со временем радиус излучины реки медленно увеличивается?

4. (9–11) а) Попробуйте оценить по порядку величины коэффициент трения конца Вашей авторучки о стол или бумагу следующим образом: сначала поставьте ручку почти вертикально, оперев её на палец, а затем наклоняйте ручку до тех пор, пока она не начнёт скользить.

б) Оцените по порядку величины работу по написанию Вашей работы на конкурсе по физике. Имеется ввиду только механическая работа по нанесению текста на бумагу; затраты других видов энергии не учитываются.

Примечание: если в задаче требуется что-либо оценить по порядку величины, то большая точность не требуется; нужен именно порядок величины, когда ошибка в 10 раз вполне допустима.

5. (9–11) Современник Галлилея, профессор университета в Падуе Санкториус изобрёл первый термометр, который представлял собой стеклянный шар, заполненный воздухом и соединённый стеклянной трубкой с атмосферой. В трубку помещалась капля воды, которая перекрывала сообщение полости сосуда с внешней средой. С помощью этого прибора Санкториус ставил диагноз своим пациентам (он был врач). Пациент брал шар в рот, и через минуту по положению водяной капли Санкториус определял, какой у больного жар. Зависят ли показания такого термометра от погоды, в частности, будут ли они различными в ясную погоду и в дождь?

6. (10–11) Попробуйте изобрести приспособление, которое создаёт увеличенное изображение предмета и при этом не использует кривые поверхности.

7. (10–11) Попробуйте придумать такой опыт, в котором заряд перемещается, а магнитное поле не возникает.

При подведении итогов все задачи считались равноценными (пункты а) и б) задачи № 4 считались самостоятельными задачами).

Ответы на задания конкурса по физике

1. Всё дело, разумеется, в листе бумаги. Однако линейка стала «тяжелее» не из-за дополнительного веса листка бумаги (его масса очень маленькая), а из-за атмосферного давления (это достаточно известный опыт для демонстрации атмосферного давления). При резком нажатии на свешивающийся край линейки она поворачивается вокруг края стола, приподнимая середину листа бумаги, в результате чего под листом создаётся разрежение (давление воздуха меньше атмосферного), а давление над листом — атмосферное (или даже чуть больше). В результате на лист бумаги, и, следовательно, на линейку действует сила, направленная вниз. Образовавшаяся область пространства с пониженным давлением сообщается с атмосферой только через «каналы» вдоль краёв линейки, давление в которых также меньше атмосферного (по двум причинам: из-за уже имеющегося разрежения из-за того, что воздух перемещается по «каналам» под лист бумаги с большой скоростью). Если сила, обусловленная разностью давлений в каналах и атмосферного окажется достаточной, чтобы протащить по столу прижатые к нему атмосферным давлением края бумаги (при сильном ударе по линейке), каналы захлопнутся, доступ воздуха под лист бумаги на некоторое время прекратится и линейка будет казаться тяжёлой.

Это описание было составлено жюри на основе собственных наблюдений. В различных литературных источниках и работах участников турнира встречаются и другие объяснения, несколько отличающиеся от приведённого. Все объяснения, корректно отражающие суть явления, жюри засчитывало как правильные.

2. Ясно, что поскольку «Земля делает один оборот вокруг своей оси за 24 часа в любое время года» (как написали почти все, но многие на этом и остановились), то разница между соседними восходами будет меньше 24 часов тогда, когда день увеличивается и больше 24 часов, когда увеличивается ночь. То есть со дня зимнего солнцестояния (21 или 22 декабря) до дня летнего солнцестояния (21 или 22 июня) сутки в этой стране будут меньше 24 часов, а в остальное время — больше. Известно, что наибольшей интенсивности изменение продолжительности дня достигает в дни весеннего и осеннего равноденствия. (Это можно проверить по календарю, а можно найти чисто геометрические причины — подумайте, какие.) Значит, самые короткие сутки в этой стране — в день весеннего равноденствия (20 или 21 марта в зависимости от года), а самые длинные — в день осеннего равноденствия (23 сентября). (Напомним, что турнир проходил 28 сентября.) Точные значения времён восходов и заходов для Москвы можно найти, например, в «дневнике московского школьника».

Равноденствие (весеннее и осеннее) — момент прохождения центра Солнца в его видимом движении по небесной сфере через небесный экватор. В это время продолжительность дня и ночи одинакова.

Солнцестояние (летнее и зимнее) — моменты, когда высота Солнца над горизонтом в полдень соответственно максимальна и минимальна.

3. Эту задачу (вопрос) жюри вставило в вариант в последний момент как задачу для младших классов (так как задач для младших классов в варианте не хватало), рассчитывая получить примерно такой ответ: «*Из-за центробежной силы вода сильнее взаимодействует с внешним берегом, чем с внутренним, и сильнее размывает его, увеличивая тем самым радиус поворота (излучины)*.»

Однако сразу после начала проверки работ стало ясно, что вопрос далеко не такой простой, как предполагалось, и явно не для младших классов.

Кратко процесс поворота реки происходит следующим образом. На прямом участке реки, как известно, скорость максимальна по центру («быстрица») и убывает по мере приближения к берегам из-за трения о них. На повороте вода стремится по инерции продолжить движение прямо, для её поворота необходимо приложить силу, причём тем большую, чем больше её скорость (при вращении грузика массы m на ниточке по окружности радиуса R со скоростью v сила натяжения ниточки равна mv^2/R). В результате происходит сортировка воды по скорости и скорость течения у внешнего берега поворота оказывается больше. Будем считать очевидным, что интенсивность размывания берега увеличивается при увеличении скорости течения. Также будем считать, что на прямом участке реки эта скорость является равновесной, так как там форма берега не меняется со временем. (При увеличении скорости ширина реки увеличивается, что ведёт к размыванию берегов, т. е. к увеличению ширины русла. Но из-за этого скорость течения уменьшится, что приведёт к намыванию берегов (отложению осадочных пород). И наоборот.).

Тогда, если на прямом участке скорость течения у обеих берегов была равновесной, то при повороте после «сортировки» у внешнего берега скорость окажется больше равновесной и он будет размываться, а у внутреннего — меньше равновесной, и он будет намываться.

Кроме «сортировки» воды по скоростям на повороте реки существует ещё один эффект: после того, как «медленная» вода оказалась у внутреннего берега, а «быстрая» — у внешнего, «медленная» вода начинает «раздавливать» «быструю», что приводит к ещё большему увеличению скорости последней. С другой стороны, «быстрая» вода после взаимодействия с внешним берегом становится мутной (в ней находятся смытые с берега частицы породы) и теряет свою скорость. После чего она оттесняется к внутреннему берегу имеющимися более быстрыми потоками воды. У внутреннего берега, в свою очередь, происходит выпадение «мути» в осадок, т. е. дополнительное его намывание.

Приведённые выше рассуждения являются упрощённым описанием процесса на уровне школьной программы по физике, в котором заведомо не учтены многие существенные обстоятельства, поэтому оно заведомо не является корректным с точки зрения геологии.

Как выяснилось, этой задачей интересовался даже сам Альберт Эйнштейн, в работе которого «Причины образования извилин в руслах рек и так назы-

ваемый закон Бэра» можно найти объяснения многих особенностей течения рек, например, почему реки северного полушария размывают главным образом правый берег, а южного — левый. А в 1997 году по данной теме была защищена докторская диссертация, в которой задача полностью не решена (до сих пор!).

4. Почему-то эта задача вызвала недовольство решающих (может, потому, что мы самой существенной частью их работы, отнюдь не механической, не заинтересовались): «если так пробовать часто, то все столы в школе будут исписаны».

Тем не менее многие правильно подошли к оценке коэффициента трения. (Хотя в последний момент, когда задачи были уже розданы, жюри забеспокоилось — ведь если указать $k_{\text{тр}} = 0{,}1$, то в большом диапазоне, от 1 до 0,01, ошибка не превысит заданную точность. Но школьники на этот соблазн не попались. И правильно — ведь жюри оценивает рассуждения, а не итоговую цифру.)

На рисунке все силы, действующие на авторучку, обозначены жирными стрелками. R_x и R_y, являющиеся не реальными силами, а проекциями R, показаны для удобства и обозначены поэтому стрелками меньшей жирности). Вертикальные составляющие сил реакции пальца и бумаги должны быть равны (например, из условия равенства 0 моментов сил относительно центра авторучки — иначе авторучка начнёт вращаться; мы считаем, что масса авторучки m распределена по её длине равномерно). Вместе они должны уравновешивать силу тяжести mg (иначе ручка провалится под стол), поэтому обе они равны $mg/2$ ($N = mg/2$ и $R_y = mg/2$).

Авторучка свалится, когда сила трения о бумагу $F_{\text{тр}}$ станет меньше, чем горизонтальная составляющая силы давления авторучки на бумагу. Но откуда берётся эта составляющая, ведь ручка просто давит вниз своей силой тяжести? Нет, она ещё опирается на палец решающего эту задачу и реакция этой опоры R и даёт нам горизонтальную составляющую R_x.

Два угла, обозначенные на рисунке символом α (альфа), равны как углы со взаимно перпендикулярными сторонами: сила реакции пальца R, действующая на авторучку, перпендикулярна авторучке, а вертикальная проекция этой силы перпендикулярна горизонтальной поверхности бумаги. По определению, тангенс острого угла в прямоугольном треугольнике равен отношению противолежащего этому углу катета к прилежащему. Тогда $\operatorname{tg}\alpha = R_x/(mg/2)$ (по определению тангенса для того угла α, который «упирается» в палец). Отсюда $R_x = (mg/2)\operatorname{tg}\alpha$. Эта сила ($R_x$) может уравновешиваться только силой трения покоя $F_{\text{тр. п.}}$ ручки о бумагу, которая, в свою очередь, не может превысить силу трения скольжения $F_{\text{тр}} = kN = k(mg/2)$. Следовательно, в момент, когда авторучка при непрерывном уменьшении угла α свалится,

$$R_x = k_{\text{тр}}N,$$
$$(mg/2)\operatorname{tg}\alpha = k_{\text{тр}}(mg/2),$$
$$k_{\text{тр}} = \operatorname{tg}\alpha.$$

Тем самым, оценив угол α и найдя его тангенс (можно и даже лучше экспериментально, по определению, построив прямоугольный треугольник, содержащий угол α, измерив его катеты подручными средствами, например краем листа клетчатой бумаги, и рассчитав их отношение), мы получим оценку коэффициента трения.

Теперь просто найти механическую работу — она равна произведению силы трения на пройденный ручкой путь. Остаётся прикинуть вес ручки и оценить общую длину написанного Вами (например, считая, что все буквы — это квадратики высотой, соответствующей Вашему почерку) — и задача решена.

5. Вообще-то Санкториус ставил диагноз «в течение 10 ударов пульса», но для решения это не существенно, а лишь увеличивает и без того длинный текст задачи. Может, потому, что задачу не смогли дочитать до конца, её решений было меньше, чем мы рассчитывали.

Поскольку этот первый термометр был связан с атмосферой, то она влияла на его работу. Более того, на показания термометра влияло состояние атмосферы в момент его изготовления. Действительно, если давление внутри трубки возрастало из-за повышенной температуры больного, то врач мог увидеть, что капелька переместилась на большую величину. Но если атмосферное давление в этот день было больше, чем в день градуировки термометра, то капелька могла бы остаться на месте или вообще не дойти до отметки нормальной температуры. Ну а из многочисленных сообщений Гидрометцентра всем уже известна связь между атмосферным давлением и ясной или дождливой погодой. Так что погода влияет на показания такого термометра.

Но с другой стороны, неужели история донесла бы до нас сведения о враче-шарлатане, неточно диагностирующем жар у больных? Скорее всего, Санкториус перед тем, как измерить температуру у пациента, проводил калибровку термометра, измеряя температуру у себя, а лишь потом — у пациента. Жюри эти подробности доподлинно не известны, но косвенным их подтверждением может служить то, что пациент недолго («в течение 10 ударов пульса») держал термометр у себя, ведь тот был уже нагрет профессором!

Этот пример показывает, что может не быть односложного правильного ответа (влияет — не влияет), важны правильные рассуждения, которые, в зависимости от дополнительных предположений, приводят к различным (но правильным!) заключениям.

6. Список устройств, удовлетворяющих условию задачи, названных школьниками: камера-обскура, скрещенные призмы, голография (голограмма, записанная при одной длине волны и воспроизведённая при другой), дифракционная решётка с концентрическими кольцами, различные способы создания неоднородностей оптической плотности в среде (зажигалка в воздухе, растворяющийся кристаллик соли в воде). Есть и другие варианты, но они школьниками не предлагались и достаточно сложны для описания, поэтому их описания не приводятся.

7. Возьмём сферическую поверхность (например, воздушный шарик), по которой равномерно распределён электрический заряд. Начнём изменять её радиус, не перемещая её центр. Расположенные на поверхности заряды будут, очевидно, перемещаться, причём процесс перемещения является центрально-симметричным.

Следовательно, все физические явления, являющиеся следствием этого процесса, также должны иметь центр симметрии[1]. Единственно возможной (из геометрических соображений) в данной ситуации конфигурацией магнитного поля является такая: магнитные силовые линии расходятся равномерно во все стороны из центра сферы. Но это невозможно, т. к. магнитные силовые линии не могут иметь конца[2]. Очевидно, что условию задачи удовлетворяют любые центрально-симметричные движения зарядов и суперпозиции таких движений. Жюри неизвестно, возможна ли такая ситуация в других случаях.

Информация жюри о конкурсе по физике

Об оценках конкурса по физике турнира им. Ломоносова 1997 года

Конкурсы по физике и математике турнира им. Ломоносова, Московскую городскую олимпиаду по математике, Турнир городов и некоторые другие подобные мероприятия проводит одно и тоже корреллированое множество людей, поэтому на всех таких мероприятиях применяется сложившаяся за многие годы система оценок:

«0», «−», «−.», «∓», «+/2», «±», «+.», «+», «+!».

«0» — задача в работе не записана;

«−» — в решении задачи содержаться только неверные, не имеющие никакого отношения к правильному решению или содержащиеся в условии задачи утверждения;

«−.» — задача не решена, но в решении есть хотя бы одно нетривиальное верное утверждение, имеющее отношение к правильному решению и не содержащееся в условии (все оценки сообщаются участникам, поэтому проставление оценки «минус» в данном случае может создать у школьника неправильное мнение о том, что в его работе неправильно абсолютно всё, в том числе и это самое утверждение);

«∓» — задача решена неправильно, но в решении есть существенные продвижения в верном направлении. За правильное решение, но с их отсутствием, обычно ставится «±»;

«+/2» — в задаче, которую нельзя решить перебором вариантов — правильный ответ без объяснения. В задаче, где нужно, например, доказать необходимость и достаточность чего либо — за правильное решение только одной из частей. В прочих задачах — если в решении имеется достаточно большое количество верных ходов, но построить из них правильное решение всё же нельзя;

«±» — правильное решение с существенным провалом;

«+.» — задача решена правильно, но имеются несущественные недочёты;

«+» — задача решена правильно;

[1] По отмеченным утверждениям в научном мире нет однозначного мнения. Мы же основываемся на школьной программе и не собираемся вносить свой вклад в дискуссию по этим вопросам современной физики.

[2] См. предыдущее примечание.

«+!» — задача решена правильно и в решении содержатся оригинальные и/или существенно выходящие за рамки школьной программы (соответствующего класса) моменты, которые жюри считает необходимым особо отметить.

Орфографические ошибки не учитываются (т. к. это конкурс по физике, а не по русскому языку, а также потому, что школьникам младших классов при решении сложных олимпиадных задач не обойтись без грамматических конструкций, которые они ещё не изучали в школе). Хотя, к сожалению, ошибок бывает очень много. . .

Арифметические ошибки, не влияющие на смысл решения, не учитываются (разумно предположить, что школьники 7 класса и старше умеют выполнять арифметические операции, и такие ошибки вызваны не незнанием, а другими причинами).

Если в работе имеется единственное правильное зачёркнутое решение, оно засчитывается как правильное.

Если решение задачи не может быть получено перебором небольшого числа вариантов (да/нет, увеличится/не изменится/уменьшится) и в работе имеются несколько вариантов решения, включая правильный, засчитывается правильный вариант (даже если он зачёркнут).

За имеющиеся в решении неверные утверждения, не имеющие смысловых связей с остальным решением, оценка не снижается.

Критерии определения победителей

6 класс и младше.

Грамота, если один «+/2» или лучше.

Официально турнир проводится для школьников 7–11 классов, однако талантливые школьники младших классов также успешно выступают на турнире.

В этом году школьники 5 класса и младше участия в конкурсе по физике не принимали.

В конкурсе приняли участие два шестиклассника:

Гайфуллин Сергей, школа № 10 г. Жуковский Московской области,
оценки ∓ +. +. 0 0 0 0 0
(Это очень хороший результат для 6 класса)

Колычев Александр, школа № 58 г. Москвы,
оценки 0 +/2 0 +/2 0 0 0 0
(В результате обсуждения жюри решило также наградить его дипломом, т. е. критерий для 6 класса является чисто формальным)

7 и 8 классы.

Многоборье, если один «+/2» или лучше.

Многоборье, если три «∓» или лучше.

Грамота, если один «±» или лучше.

9 класс и старше.

Многоборье, если один «±» или лучше.

Многоборье, если три «∓» или лучше.

Грамота, если два «±» или лучше.

Фраза «или лучше» означает не субъективное представление «лучше — хуже», а наличие в работе указанного количества или указанных оценок или более высоких.

Каких-либо формальных обоснований для вышеуказанных критериев определения победителей не существует. Решение было принято после проверки всех работ в процессе обсуждения на основании опыта, прошлогодних результатов, реально сложившихся ситуаций по работам, личных мнений членов жюри.

Проверка

В проверке участвовало 7 человек (Н. Н. Константинов, студенты и аспиранты-физики). Каждая работа сначала независимо проверялась 2 раза, затем перепроверялась ещё раз (обычно третьим человеком), который при наличии расхождений между оценками или оценками и его собственным мнением проводил обсуждение с остальными проверяющими (порой достаточно напряжённое), и ставил окончательные оценки. На закрытии турнира школьники могли их оспаривать (в этом году желающих не было, в прошлом — были).

При проверке работ разных классов предъявлялись одинаковые требования к физической стороне решений, но учитывался разный уровень интеллектуального развития школьников разного возраста при оценке логической корректности и аргументированности решения. Разница между классами учтена в критериях определения победителей.

Конечно, при проверке были выработаны определённые формальные критерии, однако каждая работа всё равно проверялась индивидуально, в соответствии со здравым смыслом, а сами критерии часто формулировались в виде одного слова или словосочетания, например «призма», «центробежная сила». Приведение их к формальному соответствию со всеми оценками требует проделывания большой работы, для чего у жюри сейчас нет возможности (см. последний абзац), а публикация критериев без такого приведения способна вызвать массовое возмущение среди участников турнира, их учителей и родителей. Поэтому критерии не публикуются.

7 проверяющих — это, мягко говоря, явно недостаточно (по математике при примерно том же объёме работы их было 37). Но больше просто не нашлось желающих, большинство физиков ограничились отговорками и ценными замечаниями и рацпредложениями. Если кто-либо из читателей готов внести личный трудовой вклад в подготовку задач Турнира в следующем году, его проведение и проверку работ, жюри с радостью поддержит такую инициативу.

Подбор задач

На конкурсе было предложено много задач (7, одна из них с двумя пунктами), но для получения высокой оценки достаточно было решить небольшую их часть, как видно из вышеприведённых критериев. Для каждой задачи указывается, ученикам каких классов рекомендуется её решать (для каждого класса — не менее 3 задач, чтобы предоставить школьнику возможность выбрать задачу по любимой теме и исключить ситуацию, когда школьник не может решить ни

одной задача, потому что не знает именно тех формул и определений, которые для этого нужны). Школьники могут решать задачи и не своего класса, при подведении итогов все задачи учитываются в равной степени. Это правило возникло следующим образом: турнир проводится уже более 20 лет и его правила со временем менялись. В частности, в 1992/93 году и несколько лет до этого турнир формально проводился для 7–9 классов, а для 10 и 11 классов в это же время и в тех же местах проходил Турнир городов по математике. Но вездесущие старшеклассники всё равно просачивались на Турлом. Бороться с этим явлением было бесполезно и в 1993/94 учебном году они были приглашены на турнир «официально», при этом для них был составлен отдельный вариант по физике. В связи с тем, что его успешно решили и несколько (около 15) школьников младших классов, в 1995/96 у. г. жюри решило провести эксперимент и предложить «старший» всем младшеклассникам, при этом оказалось, что почти половина младшеклассных дипломов по физике получено (в основном частично) за счёт решения задач «старшего» варианта. Стало очевидно, что разделение вариантов было бы крайне несправедливо по отношению к таким школьникам.

Сложность задач (для соответствующего класса) примерно соответствует уровню районной олимпиады (ученики младших классов — любители сложных задач — могут решать задачи старших классов, а специально для старшеклассников-любителей предлагается задача ВУЗовского уровня (№ 7, про перемещение зарядов и магнитное поле). Сравнительно низкие сложность большинства задач и критерии оценок обусловлены нехваткой времени (7 конкурсов на 5 часов) и низким (к большому сожалению) общим уровнем школьного физического образования в Москве (намного ниже математического или гуманитарного).

Содержание задач конкурса по физике этого турнира несколько отличается от задач школьных, окружных, городской и вузовских олимпиад. Жюри старается избегать формальных, синтетических задач, ключевым элементом решения которых является формальное знание и комбинирование формул и определений (таких задач и так много на вышеперечисленных мероприятиях и вступительных экзаменах), математических задач «в физической шкуре» (на турнире есть конкурс по математике), очень простых (утешительных) задач (школьники не должны даром тратить на их решение время и силы, необходимые на других конкурсах). Предпочтение отдаётся качественным задачам и вопросам, простым экспериментальным задачам (которые или демонстрируются в аудитории, или каждый участник может их проделать на своём месте), задачам, для решения которых необходимо разобраться в физическом содержании процесса или явления, оценочным задачам. Жюри также принципиально не отказывалось от задач, решения которых трудно проверять.

КОНКУРС ПО ХИМИИ

Задачи для конкурса по химии предоставлены Московским Химическим лицеем Дома научно-технического творчества молодёжи г. Москвы.

Решения задач вышеназванной организацией, к сожалению, не предоставлены, за что оргкомитет Турнира приносит Вам свои извинения.

Участникам турнира сообщили, что жюри ожидает получить от них решения трёх из предложенных задач по выбору. За каждую задачу ставилась оценка в баллах от 0 до 5. Окончательной оценкой являлась сумма баллов за три задачи, оценённые наибольшим количеством баллов по сравнению с остальными (пункты а, б, в, задачи № 5 оценивались по 5-балльной системе по отдельности и при подведении итогов считались отдельными задачами; к сожалению, это не было объявлено участникам заранее). В случае, если кроме трёх таких задач школьник решал ещё достаточное количество других, сумма увеличивалась на 1.

Задачи

1. (9–11 класс) Согласно сохранившимся в народном предании сведениям, в первом веке нашего тысячелетия существовало представление о том, что металлов существует столько же, сколько и планет. Напишите химические символы этих металлов.

2. (9–10 класс) Как, используя в качестве исходных веществ железные опилки, поваренную соль, соду, мел, кислоту для заправки аккумуляторов, воду и воздух, получить различные соединения железа. Приведите уравнения соответствующих реакций, указывая условия их осуществления.

3. (9–10 класс) Предложите формулы неорганических веществ А–И, для которых возможны следующие превращения:

$$\begin{array}{ccc} \text{А}+\text{Б}\to\text{В}, & \text{Г}^{t}\to\text{В}+\text{Д}, & \text{Е}+\text{Ж}\to\text{З}, \\ \text{А}+\text{Ж}\to\text{И}, & \text{Г}+\text{З}\to\text{И}+\text{Д}, & \text{Е}+\text{Б}\to\text{Д}, \\ \text{В}+\text{Д}\to\text{Г}, & \text{А}+\text{З}\to\text{И}+\text{Е}, & \text{В}+\text{З}\to\text{И}+\text{Д}. \end{array}$$

4. (9–11 класс) Предложите пары бесцветных растворов (не более пяти), при смешении которых образуется окрашенный раствор.

5. Предложите способ различить вещества, основываясь на качественных химических реакциях:

а) (9–10 класс) FeS, PbS, уголь, MnO_2, CuO (порошки чёрного цвета);

б) (9–11 класс) $NaNO_3$, $Zn(NO_3)_2$, $Mg(NO_3)_2$, HNO_3, NaOH (бесцветные водные растворы);

в) (10–11 класс) $C_6H_4(OH)CH_3$ (орто), $C_6H_5OCH_3$, $C_6H_5CH_2OH$, $C_6H_5C(O)H$, $C_6H_5C(O)CH_3$ (бесцветные жидкости).

6. (10–11 класс) Некоторые элементы образуют па́ры соединений с формулами A_xB_y, где x не равно y. Приведите примеры таких соединений, указывая способ получения.

7. (10–11 класс) Приведите структурные формулы изомеров состава C_4H_7Cl.

8. (10–11 класс) Смесь трёх газообразных при нормальных условиях веществ обладает следующим свойством: для полного сгорания 1 объёма этой смеси требуется 3/4 объёма кислорода, причём в результате образуется только вода и 1 объём углекислого газа. Предложите варианты состава такой смеси (не более пяти), указывая объёмные соотношения её компонентов.

КОНКУРС ПО ИСТОРИИ

Автор заданий и решений — Сергей Георгиевич Смирнов, ведущий научный сотрудник ИСО РАН.

Вопросы и задания

1. Что общего между пророком Мухаммедом, кардиналом Ришелье, шахматистом Алёхиным и кукольником Образцовым?

2. Какие храмы Москвы названы в честь Иисуса Христа и его родственников?

3. Перечислите памятники, поставленные в Москве в честь знаменитых деятелей прошлых веков (по одному человеку на век).

4. Представители каких народов прославились на службе Российскому государству в 14–20 веках (по одному человеку из каждого народа)? В чём состояли их заслуги?

5. Сколько раз Москва бывала в осаде в истекшие века? Сколько раз она была взята, или устояла? Назовите главных деятелей этих событий.

6. Постройте короткую цепочку из общих знакомых между одним из героев Шекспира и одним из правителей Москвы.

7. Постройте цепочку из причинно связанных событий между открытием водорода и выяснением строения атома водорода. Когда происходили эти события? Кто были авторы этих открытий?

8. Вспомните замечательные фразы, сказанные следующими людьми (по одной фразе):

фараон Тутмос 3	Пророк Иеремея	Мартин Лютер
Геродот	Пророк Мухаммед	Исаак Ньютон
Гераклит	Шота Руставелли	М. В. Ломоносов
Евклид	Ричард Львиное Сердце	Майкл Фарадей
Марк Тулий Цицерон	А. В. Суворов	Альберт Эйнштейн
Гай Юлий Цезарь	Данте Алигьери	Л. Д. Ландау

9. Назовите 3 (или больше) события, которые можно принять за рубеж между Средневековьем и Новым временем. Каковы основания для такого мнения? Какой из этих аргументов вы считаете самым убедительным?

10. Где и когда (или в каком порядке) впервые вошли в употребление слова: академия, лабиринт, лицей, мавзолей, музей? Что они первоначально значили?

11. Найдите в тексте исторические ошибки.

ИСААК НЬЮТОН (текст с ошибками)

В это майское утро сэр Исаак проснулся на рассвете. Предстоял знаменательный день: сегодня он впервые расскажет королю Вильяму Завоевателю о своих открытиях в астрономии и алхимии. Славный внук основателя Голландской Республики недавно сделался правителем Англии — после того, как англичане свергли с трона самозванца Карла 1 Тюдора и изгнали его незадачливого сына Якова 1 на европейский материк. Пусть этот бездарь-католик правит теми, кто захочет его принять — хотя бы французскими гугенотами в Ла Рошели!

Англичанам милее просвещенный правитель, выросший в условиях Республики — а Ньютон особенно рад познакомиться с учеником великого Декарта. Со времен Александра Македонского ни одни государь не имел столь выдающегося учителя! Можно надеяться, что под властью Вильяма 1 наука расцветет в Англии столь же пышно, как прежде — в Элладе. И давно пора: ведь до сих пор ученые англичане отставали от своих коллег на континенте. Например, Декарт превзошел Роберта Бойля в аналитической геометрии, а Лейбниц опередил самого Ньютона в изобретении производных и интегралов. Даже одинокий Ферма в далеком северном Берлине создал теорию вероятностей раньше, чем Ньютон угадал ее основные принципы! В чем тут дело?

Ньютону все ясно: на континенте давно процветают академии наук, а в Англии нет ничего подобного! Со времен хитроумного кардинала Ришелье члены Французской Академии поощряют развитие натурфилософии во всех странах Европы. Не случайно именно в Париже сделали свои открытия датчане Браге и Ремер, немцы Кеплер и Лейбниц, итальянцы Кассини и Торричелли. Не отстают и просвещенные голландцы. Президент их академии — ученик Декарта, Христиан Гюйгенс, только что изобрел зеркальный телескоп и с его помощью открыл кольца Сатурна. . .

Чтобы не отстать от мирового прогресса, Англии нужна своя Академия Наук; пусть ее основателем станет новый король Вильям! Но для этого необходимо убедить монарха в высоком качестве английской учености. К счастью, Ньютону и его друзьям есть чем похвастаться. Только что Френсис Бэкон доказал существование атомов, о которых писал великий Лукреций. Механик Роберт Гук изобрел микроскоп и с его помощью открыл в капле воды огромный мир крошечных живых чудовищ. Наконец, сам Ньютон измерил силы притяжения между Землей, Луной и Солнцем и составил уравнение движения любых небесных тел!

Все эти открытия отражены в главной книге Ньютона: «Математические принципы физики». И подумать только: бывший король Карл 1 не дал ни гроша на публикацию книги, способной на века прославить Англию! А для Ньютона он не нашел лучшего применения, чем назначить его директором Монетного двора... Разве так обращались в Элладе с Аристотелем и Архимедом? Одна надежда — на нового просвещенного монарха Вильяма 1 Стюарта.

Эта надежда оправдалась. Одним из первых декретов король Вильям учредил в Англии Королевское Общество Наук и Искусств. Ньютон стал его первым президентом, его друг Гук — ученым секретарем, а еще один друг Ньютона — Галлей — был назначен Королевским Астрономом.

Вскоре эти мудрые указы привели к серии новых замечательных открытий. Ученик Бэкона — Джон Дальтон — сумел измерить массы атомов, а ученик Галлея — Вильям Гершель — измерил расстояние от Земли до ближайших звезд. Джон Валлис, ставший духовником короля Вильяма, получил первую формулу для вычисления волшебного числа π; он же открыл закон сохранения полной энергии в механике. Сам Ньютон перенес свои интересы из механики в химию: он построил первую кислотную электрическую батарею и с ее помощью разложил воду на водород и кислород.

С этого времени английская наука и техника стали лидерами всей Европы и всего просвещенного мира.

Ответы на вопросы и задания конкурса по истории

1. *Что общего между пророком Мухаммедом, кардиналом Ришелье, шахматистом Алёхиным и кукольником Образцовым?*

Все эти деятели были мастерами в искусстве управления людьми (в рамках той или иной игры). Также все они были страстными любителями кошек. Есть ли связь между этими двумя склонностями — неизвестно.

2. *Какие храмы Москвы названы в честь Иисуса Христа и его родственников?*

— Спасский собор в Андрониковом монастыре (15 век) и храм Христа Спасителя (19 век)

— Успенский собор в Кремле (15 век) и храм Рождества Богородицы в Гончарах (17 век)

— Храм Троицы в Никитниках (17 век).

— Храм Зачатия Анны (16 век) возле гостиницы «Россия», храм Иоакима и Анны на Якиманке (17 век). (Иоаким и Анна — родители Марии Богородицы.)

3. *Перечислите памятники, поставленные в Москве в честь знаменитых деятелей прошлых веков (по одному человеку на век).*

12 век	Юрий Долгорукий
13 век	Шота Руставели
14 век	Дмитрий Донской
15 век	Андрей Рублев
16 век	Иван Федоров (первопечатник)

17 век	Минин и Пожарский (самый древний — 1818 год)
18 век	Михайло Ломоносов
19 век	Александр Пушкин
20 век	Юрий Гагарин

4. *Представители каких народов прославились на службе Российскому государству в 14–20 веках (по одному человеку из каждого народа)? В чём состояли их заслуги?*

Греки	митрополит Феогност, живописец Феофан (14 век)
Татары	царевичи Серкиз (14 век) и Симеон Бекбулатович (подставной царь при Иване Грозном)
Литовцы	князья Андрей и Дмитрий Ольгердичи (14 век)
Итальянцы	зодчие Аристотель Фиораванти и Пьетро Солари (15 век)
Мордвин	патриарх Никон (17 век)
Немцы	опричник Генрих Штаден царица Екатерина 2
Англичане	врач Вильям Горсей (при Иване Грозном) механик Галловей (17 век — создатель часов на Спасской башне)
Шотландцы	генерал Патрик Гордон, инженер Вильям Брюс (при Петре 1)
Французы	скульптор Фальконе врач Лесток (18 век)
Эфиоп	Абрам Ганнибал (при Петре 1)
Швейцарцы	Франц Лефорт математик Леонард Эйлер (18 век)
Датчане	мореходы Керстен Роде (при Иване Грозном) и Витус Беринг (18 век)
Молдаванин	Антиох Кантемир (18 век)
Грузины	Петр Багратион Иосиф Джугашвили (Сталин)
Евреи	Лев Троцкий Лазарь Каганович
Армяне	Анастас Микоян (политик) и его брат Артем Микоян (авиаконструктор)
Поляк	полководец Константин Рокоссовский
Калмык	генерал Ока Городовиков (20 век)

5. *Сколько раз Москва бывала в осаде в истекшие века? Сколько раз она была взята, или устояла? Назовите главных деятелей этих событий.*

13 век	Хан Батый взял Москву в 1238 году, темник Дюдень — в 1293 году.
14 век	Князь Михаил 1 Тверской безуспешно осаждал Москву в 1307 году, князь Ольгерд Литовский — в 1368 году. Хан Тохтамыш взял Москву в 1382 году.
15 век	Князь Юрий Звенигородский отвоевал Москву у своего племянника Василия 2 в 1434 году, но вскоре умер. Ордынский эмир Едигей безуспешно осаждал Москву в 1408 году, казанский хан Улу-Мухаммед — в 1446 году.
16 век	Крымский хан Девлет-Гирей сжег московский посад в 1571 году, но не смог взять Кремль.
17 век	Лжедмитрий 1 вошел в Москву без боя (1605 год). Иван Болотников и Лжедмитрий 2 безуспешно осаждали ее при царе Василии Шуйском (в 1606–1608 годах). Поляки гетмана Жолкевского вошли в Москву без боя в 1610 году. Их безуспешно пыталось выбить первое Земское ополчение братьев Ляпуновых (1611 год), и выбило второе ополчение Минина и Пожарского (1612 год).
1812 г.	Наполеон Бонапарт взял Москву без боя, но был вынужден покинуть город через месяц, под давлением М. И. Кутузова.
1941 г.	Немецкие войска под командой фон Бока безуспешно осаждали Москву, ее обороной руководил Г. К. Жуков.

6. *Постройте короткую цепочку из общих знакомых между одним из героев Шекспира и одним из правителей Москвы.*

Король Генрих 8 — его дочь Елизавета 1 — ее посол Ричард Ченслер — царь Иван Грозный.

Но есть вариант еще короче: **король Генрих 4 (Болингброк) — литовский князь Витовт — московский князь Василий 1**. Василий был зятем Витовта, а Генрих в юности участвовал в крестовом походе на Вильнюс под командой Витовта — против князя Ягайло.

7. *Постройте цепочку из причинно связанных событий между открытием водорода и выяснением строения атома водорода. Когда происходили эти события? Кто были авторы этих открытий?*

Получение водорода из кислоты	Генри Кевендиш	1770 год
Разложение воды на водород и кислород	Вильям Никольсон	1800 год
Первое наблюдение спектра излучения водорода	Йозеф Фраунхофер	1814 год
Первая закономерность в спектре водорода (серия Бальмера)		1880 год
Открытие электрона	Джозеф Томсон	1897 год
Опыты Резерфорда и планетарная модель атома		1911 год

Квантовая теория атома Бора		1913 год
Проверка теории Бора по рентгеновским спектрам атомов	Генри Мозли	1914 год
Открытие протона	Эрнст Резерфорд	1919 год

8. *Вспомните замечательные фразы, сказанные следующими людьми (по одной фразе):*

фараон Тутмос 3	Вы хватайте-грабьте хорошенько, мои доблестные воины! (из надписи в храме в Карнаке)
Гераклит	Война (борьба) — родитель всех вещей.
Евклид	Точка есть то, что не имеет частей.
Марк Туллий Цицерон	Сколь долго, Катилина, будешь ты испытывать наше терпение?
Гай Юлий Цезарь	Жребий брошен! Пришел, увидел, победил!
Пророк Иеремия	Я поставил тебя днесь над народами и царствами, чтобы судить и оправдывать, вязать и разрешать!
Пророк Мухаммед	Аллах вечен, Аллах един: Он не рождал подобных себе, и сам не был рожден; и никто не был равен Ему.
Шота Руставели	Кто друзей себе не ищет — сам себе заклятый враг! Что ты спрятал — то пропало; что ты отдал — то твое!
Ричард Львиное Сердце	Клянусь Божьими зубами! (его излюбленная ругань)
А. В. Суворов	Легкие победы не льстят сердца русского. Тяжело в ученье — легко в походе. (а **не** в **бою**!)
Данте Алигьери	Здесь нужно, чтоб душа была тверда. Здесь страх не должен подавать совета!
Мартин Лютер	На том стою, и не могу иначе!
Исаак Ньютон	Я не измышляю гипотез, но извлекаю из явлений природы ее принципы.
М. В. Ломоносов	Математику уже затем учить следует, что она ум в порядок приводит.
Майкл Фарадей	Если я чего-то в физике не понимаю без математики, то и с нею не пойму.
Альберт Эйнштейн	Когда жук ползет по поверхности глобуса — он не замечает, что она искривлена. Мне посчастливилось это заметить.
Л. Д. Ландау	

9. *Назовите 3 (или больше) события, которые можно принять за рубеж между Средневековьем и Новым временем. Каковы основания для такого мне-*

ния? Какой из этих аргументов вы считаете самым убедительным?

Таким рубежами могут служить:

1453 год: взятие Константинополя войсками турецкого султана Мехмеда 2.

1454 год: Иоганн Гутенберг впервые напечатал Библию.

1492 год: Христофор Колумб приплыл в Америку.

1517 год: Мартин Лютер опубликовал свои тезисы против всевластия папской бюрократии среди христиан-католиков.

1525 год: испанская пехота, вооруженная мушкетами, впервые разгромила латную конницу французов в битве при Павии.

10. *Где и когда (или в каком порядке) впервые вошли в употребление слова: академия, лабиринт, лицей, мавзолей, музей? Что они первоначально значили?*

Академия — школа в Афинах, основанная Платоном (в роще, посвященной герою Академу) в 4 веке до н. э.

Лицей (или Ликей) — школа в Афинах, основанная Аристотелем (учеником Платона) в 4 веке до н. э.

Мавзолей — гробница царя Мавзола, воздвигнутая в Галикарнасе (на западном берегу Малой Азии) в 6 веке до н. э.

Музей (или Мусейон) — научно-исследовательский комплекс в Александрии Египетской, основанный царем Птолемееем 1 (учеником Аристотеля) в 305 году до н. э.

Лабиринт (от слова «лабрис» — секира с двойным лезвием) — царский дворец на Крите, в городе Кносс. Основан в 20–19 веках до н. э.

11. *Ошибки в тексте «Исаак Ньютон». Пояснения к тексту.*

Для удобства приводим текст ещё раз. Все пояснения к ошибкам оформлены в виде примечаний.

ИСААК НЬЮТОН (текст с ошибками)

В это майское утро сэр Исаак проснулся на рассвете. Предстоял знаменательный день: сегодня он впервые расскажет королю Вильяму *Завоевателю*[1] о своих открытиях в астрономии и алхимии. Славный внук основателя Голландской Республики недавно сделался правителем Англии — после того, как англичане свергли с трона самозванца *Карла 1 Тюдора*[2] и изгнали его незадачливого *сына*[3] *Якова 1*[4] на европейский материк. Пусть этот бездарь-католик правит теми, кто *захочет*[5] его принять — хотя бы французскими гугенотами в Ла Рошели!

Англичанам милее просвещенный правитель, выросший в условиях Республики — а Ньютон особенно рад познакомиться с *учеником великого Декарта*[6]. Со времен Александра Македонского ни одни государь не имел столь выдающегося учителя! Можно надеяться, что под властью Вильяма 1 наука расцветет в Англии столь же пышно, как прежде — в Элладе. И давно пора: ведь до сих пор ученые англичане *отставали*[7] от своих коллег на континенте. Например, Декарт превзошел *Роберта Бойля в аналитической геометрии*[8], а *Лейбниц*

опередил самого Ньютона в изобретении производных и интегралов[9]. Даже одинокий Ферма в далеком северном *Берлине*[10] создал теорию вероятностей раньше, чем *Ньютон угадал ее основные принципы*[11]! В чем тут дело?

Ньютону все ясно: *на континенте давно процветают академии наук, а в Англии нет ничего подобного*[12]! Со времен хитроумного *кардинала Ришелье члены Французской Академии*[13] поощряют развитие натурфилософии во всех странах Европы. Не случайно именно *в Париже сделали свои открытия датчане Браге и Ремер, немцы Кеплер и Лейбниц, итальянцы Кассини и Торричелли*[16]. Не отстают и просвещенные голландцы. *Президент их академии — ученик Декарта, Христиан Гюйгенс*[17] только что *изобрел зеркальный телескоп*[18] и с его помощью *открыл кольца Сатурна*[19]...

Чтобы не отстать от мирового прогресса, Англии нужна своя Академия Наук; *пусть ее основателем станет новый король Вильям*[14]! Но для этого необходимо убедить монарха в высоком качестве английской учености. К счастью, *Ньютону*[15] и его друзьям есть чем похвастаться. *Только что Френсис Бэкон*[20] *доказал существование атомов*[21], о которых писал великий Лукреций. Механик *Роберт Гук изобрел микроскоп и с его помощью открыл в капле воды огромный мир крошечных живых чудовищ*[22]. Наконец, сам *Ньютон измерил силы притяжения между Землей, Луной и Солнцем и составил уравнение движения любых небесных тел*[23]!

Все эти открытия отражены в главной книге Ньютона: «Математические принципы физики». И подумать только: бывший король Карл 1 не дал ни гроша на публикацию книги, способной на века прославить Англию! А для Ньютона *он не нашел лучшего применения, чем назначить его директором Монетного двора*[25]... Разве так обращались в Элладе с Аристотелем и Архимедом? Одна надежда — на нового просвещенного монарха Вильяма 1 Стюарта.

Эта надежда оправдалась. Одним из первых декретов король Вильям учредил в Англии Королевское Общество Наук и Искусств. Ньютон стал его первым президентом, *его друг Гук — ученым секретарем*[26], а еще один друг Ньютона — *Галлей — был назначен Королевским Астрономом*[24].

Вскоре эти мудрые указы привели к серии новых замечательных открытий. *Ученик Бэкона — Джон Дальтон*[27] *— сумел измерить массы атомов*[29], а *ученик Галлея — Вильям Гершель*[27] *— измерил расстояние от Земли до ближайших звезд*[28]. *Джон Валлис, ставший духовником короля Вильяма*[30], получил первую формулу для вычисления волшебного числа Пи; *он же открыл закон сохранения полной энергии в механике*[31]. *Сам Ньютон перенес свои интересы из механики в химию*[32]: *он построил первую кислотную электрическую батарею*[33] и с ее помощью разложил воду на водород и кислород.

С этого времени английская наука и техника стали лидерами всей Европы и всего просвещенного мира.

Главное из описанных событий — воцарение в Англии Вильяма 3 Оранского — произошло в 1688 году.

1. Вильям 1 Завоеватель жил в 11 веке; Вильям 3 прозвища «Завоеватель» не имел, ибо пришел к власти мирно — по призыву английского парламента.

Вильям 3 был внуком и наследником Виллема 1 Молчаливого — первого президента «статхудера» (парламента) Республики Нидерландов.

2. Карл 1 был из династии Стюартов, а не Тюдоров. Самозванцем он не был, а наследовал своему отцу — Якову 1, который взошел на престол в 1603 году — как ближайший родственник покойной королевы Елизаветы 1 Тюдор.

Карл 1 Стюарт был свергнут и казнен в 1649 году; тогда его сын (будущий Карл 2) бежал на материк и до 1660 года жил то во Франции, то в Нидерландах.

3. Яков 1 был не сыном, а отцом Карла 1.

4. В 1688 году англичане свергли и изгнали не Якова 1, а Якова 2 — брата Карла 2 и сына Карла 1.

5. Яков 2 был католик; гугеноты (французские кальвинисты) признали бы его правителем только под угрозой силы. Но Ла Рошелью правил с 1629 года наместник короля Франции; для Якова там места не было.

6. Вильям 3 вырос в Республике Нидерландов — но не был учеником Декарта, который умер еще в 1650 году.

7. В 1688 году английская наука не отставала от континентальной: Королевское Общество действовало с 1662 года, а в 1687 году была напечатана книга Ньютона «Математические принципы философии природы».

8. Роберт Бойль (первый президент Королевского Общества) был физик и химик. Математикой он не занимался и с Декартом в этой сфере не соперничал.

9. Лейбниц не опережал Ньютона в **изобретении** математического анализа. Но первые статьи Лейбница на эту тему вышли в свет в 1684 году — до публикации главной книги Ньютона. Из-за этого между ними возникла вражда.

10. Пьер Ферма всю жизнь работал в своей родной Тулузе (на юге Франции); в Берлине он не бывал, никаких научных учреждений там в 17 веке не было.

11. Основы теории вероятностей были созданы в 1650-е годы, в диалоге между Пьером Ферма и Блезом Паскалем из Парижа. Ньютон не занимался этой областью науки.

12. В 1688 году в Европе работали только две сильные академии наук (в Англии с 1662 года, во Франции с 1666 года), и ряд менее сильных ученых обществ в Италии.

13. Кардинал Ришелье основал в 1630-е годы не Академию Наук, а Французскую Академию языка и литературы. Академию Наук во Франции основал (от имени короля Луи 14) министр Кольбер в 1666 году — по образцу английского Королевского Общества.

14. Английское Королевское Общество было создано в 1662 году от имени короля Карла 2, по инициативе большой группы ученых англичан во главе с Бойлем, Валлисом и Гуком.

15. Ньютон был тогда студентом, и в этом деле не участвовал.

16. Тихо Браге работал в Дании, позднее — в Праге (столице Германской империи); там же работал в начале 17 века Иоганн Кеплер. Кассини, Ремер и Лейбниц работали в Париже после 1666 года — по приглашению организаторов Академии Наук. Торичелли (ученик Галилея) работал только в Италии.

17. В Голландии (Нидерландах) в 17 веке не было Академии Наук. Величайший ученый голландец — Христиан Гюйгенс — стал первым президентом Парижской

Академии Наук в 1666 году. Он был также среди первых членов Английского Королевского Общества.

18. Первый зеркальный телескоп изобрел и изготовил Ньютон в 1668 году. За это он был избран членом Королевского Общества.

19. Первым **заметил** кольца Сатурна Галилей. Но его телескоп был слаб, и он не смог понять, что за тело он наблюдает. Это удалось Гюйгенсу в 1650-е годы — с сильным линзовым телескопом.

20. Канцлер Англии Френсис Бэкон организовал в начале 17 века первый научный кружок в Англии («Новую Атлантиду»). Он умер в 1626 году — задолго до создания Королевского общества.

21. Ф. Бэкон не исследовал гипотезу об атомах. Ею увлекся позже Роберт Бойль: он обосновал ее открытой им связью между давлением газа и его объемом. Но полное доказательство существования атомов было получено лишь в 19 веке усилиями многих физиков — начиная с Джона Дальтона.

22. Микроскоп был изобретен многими учеными и механиками 17 века. Гук построил один из первых микроскопов и исследовал с его помощью растительные ткани, впервые открыв клетки. Микробов открыл голландский оптик-любитель Левенгук в конце 17 века.

23. Ньютон не составлял **уравнений** движения небесных тел; это сделали в 18 веке французские математики Лагранж и Лаплас. «Измерить» силу притяжения между небесными телами Ньютон мог только путем расчетов, на основе наблюдения траекторий планет и открытых им законов механики. Так Ньютон узнал (приближенно) **отношения** масс некоторых тел в Солнечной системе. Массы планет были точно установлены лишь в опытах 19 века, включая прямое измерение гравитационной постоянной.

Главная книга Ньютона была издана на частные средства — с помощью астронома Эдмунда Галлея. Король Карл 2 в этом не участвовал.

24. Эдмунд Галлей был назначен Королевским Астрономом еще при Карле 2 (в 1681 году). Он стал организатором Гринвичской обсерватории и всю жизнь дружил с Ньютоном.

25. Директором Монетного двора Ньютона назначил Вильям 3. Это поручение Ньютон принял охотно (из-за высокой зарплаты) и показал себя отличным администратором.

26. Роберт Гук был ассистентом Роберта Бойля и стал ученым секретарем Королевского Общества, как только Бойль стал его президентом. Между Гуком и Ньютоном не было дружбы; Ньютон согласился стать президентом Королевского Общества только после смерти Гука.

27. Джон Дальтон работал в начале 19 века, Вильям Гершель — в середине 18 века. Они не были связаны с Ньютоном и его коллегами.

28. Измерить расстояния до ближайших звезд астрономам удалось только в 1840-е годы. Это сделали Бессель и Струве.

29. Измерить массы атомов удалось лишь после экспериментального определения числа Авогадро. Это было сделано в начале 20 века.

30. Джон Валлис был духовником Карла 2 и отличным математиком. Он нашел

первую точную формулу числа π в виде бесконечного произведения

$$\pi/2 = \frac{2\cdot 2\cdot 4\cdot 4\cdot 6\cdot 6\cdot 8\cdot 8\cdot \ldots}{1\cdot 3\cdot 3\cdot 5\cdot 5\cdot 7\cdot 7\cdot 9\cdot \ldots}.$$

Он также первый заметил сохранение кинетической энергии при упругом ударе тел.

31. Закон сохранения полной механической энергии впервые предложил Лейбниц в 1693 году — на основе изучения переходов энергии в качаниях маятника. Ньютон не участвовал в «энергетической» перестройке теоретической физики: он признавал лишь «силовой» подход к объяснению движений природных тел.

32. В поздние годы жизни Ньютон интересовался химией. Он пытался понять природу «химических сил» и повторял многие опыты алхимиков. Новых открытий он при этом не сделал, и ничего об этом не опубликовал.

33. Первую химическую электробатарею построил Алессандро Вольта в 1799 году. Вскоре после этого химик Никольсон разложил воду на водород и кислород с помощью тока. Синтез воды из водорода и кислорода первым провел Генри Кевендиш в 1780-е годы.

КОНКУРС ПО НАУКАМ О ЗЕМЛЕ

Вопросы для конкурса предоставлены Домом научно-технического творчества молодёжи г. Москвы (http://www.dnttm.rssi.ru).

Ответы на вопросы вышеназванной организацией, к сожалению, не предоставлены, за что оргкомитет Турнира приносит Вам свои извинения.

Вопросы

1. Как изменится скорость спутника, если он начнёт тормозить?

2. Почему мы не видим, как рождаются звёзды?

3. Какой источник энергии самый мощный?

4. Что общего между вселенной и пенопластом?

5. Когда человечество начнёт путешествовать на другие планеты, что нас там будет интересовать?

6. Какими процессами можно объяснить возникновение озоновых дыр?

7. Расскажите о временах года на Планете, ось собственного вращения которой лежит в плоскости её орбиты вокруг Звезды.

8. Почему зимой не бывает гроз?

9. Некто предложил растопить Антарктиду. Хорошо ли это?

10. Как связаны между собой микроорганизмы и микроэлементы?

КОНКУРС ПО БИОЛОГИИ

Вопросы и ответы по биологии для Турнира Ломоносова подготовлены Экспериментальным Биологическим Объединением Дома научно-технического творчества молодежи г. Москвы (http://www.dnttm.rssi.ru/~nikol/index.html).

Вопросы и задания

1. В нашей стране существуют различные формы охраны природных территорий. Какие типы охраняемых природных территорий Вы знаете и в чём их принципиальная разница и различие функций?

2. С чем может быть связано, что гнездовой период у полевого жаворонка значительно короче, чем у пёстрого дятла?

3. Два приятеля бродили по лесу и устроили привал на вырубке.
«Вот помню, — сказал один, — десять лет назад два года подряд были на редкость тёплые и дождливые.»
«Нет, — возразил другой, — это было не меньше чем 15 лет назад.»
«Ты-то откуда знаешь, — возмутился первый, — ты тогда здесь и не жил.»
Как Вы думаете, откуда он мог это узнать?

4. Некоторые безобидные животные имеют очень специфическую окраску и соответствующее поведение, и очень похожи на несъедобных. Как называется такое приспособление и в каких группах животных оно встречается? Приведите примеры этого приспособления.

5. Весенние тока у птиц связаны с началом гнездового периода. Но часто осенью у некоторых видов наблюдаются аналогичные действия. С чем это может быть связано?

6. Какие приспособления имеются у животных, обитающих в приливно-отливной зоне морей, для успешного перенесения этих изменений?

7. В городах, кроме людей и домашних животных, обитают и дикие животные. Какие это виды и что является главным для них в выборе поселений человека для своего местообитания?

8. На основании каких критериев можно отнести тот или иной организм к высшим растениям или высшим животным?

9. Приведите примеры известных вам форм движения у растений.

10. Какое влияние оказывает снежный покров на образ жизни животных средней полосы России?

Ответы на вопросы и задания конкурса по биологии

1. В нашей стране существуют следующие основные типы охраняемых природных территорий:

Заповедники — территории, изъятые из хозяйственного использования для проведения мероприятий по охране видового разнообразия или охране территории в целом.

Заказники — территории с ограниченным хозяйственным использованием части находящихся на них ресурсов и запретом на использование других.

Памятники природы — небольшие территории, на которых сохраняются уникальные участки или объекты природы (вековые деревья, истоки рек, крупные валуны, принесенные оледенением, места обитания редких видов и т. п.), где также ограничивается хозяйственная деятельность.

Национальные природные парки — охраняемые объекты, часть территории которых имеют заповедный режим охраны (заповедные зоны), часть — с ограниченным хозяйственным использованием, а часть предназначена для отдыха людей (рекреационная зона).

2. Полевой жаворонок относится к открыто гнездящимся птицам и поэтому ему необходимо вывести птенцов как можно быстрее, чтобы гнездо не было разрушено хищниками. Пестрый дятел гнездится в дуплах (закрыто гнездящийся вид) и вероятность уничтожения врагами его гнезда ничтожно мала.

3. Приятели устроили привал на вырубке, где сохранились пни спиленных деревьев. На спилах хорошо заметны годовые кольца — ежегодный прирост древесины деревьев. В теплые и влажные годы толщина колец больше, чем в засушливые и холодные. По количеству и толщине колец и определил один из приятелей время дождливых и теплых годов.

4. Многие животные пытаются испугать своих преследователей или привести их в замешательство. В этом им помогает окраска. Так называемые глазки (глазчатые пятна на крыльях бабочек, на теле гусениц) относятся к наиболее распространенному типу рисунка в мире животных. Многим ядовитым или несъедобным животным присуща яркая демонстрационная окраска, которая предупреждает и отпугивает врагов. Итак, неприятные на вкус животные имеют бросающуюся в глаза окраску, чтобы предполагаемые враги могли еще издали легко их распознать. На хищников, хотя бы раз ощутивших их отвратительный вкус, такая окраска действует как предупреждающая, дабы впредь они не хватали то, что не следует. Этим пользуются другие, вполне безобидные животные. Они имеют такую же предупредительную окраску и очень похожи на несъедобных. Они, словно актеры, носят фальшивую предупреждающую личину, и враги

не трогают их. Такую «игру» незащищенного организма, притворяющегося защищенным, называют мимикрией. Примеры мимикрии встречаются большей частью у насекомых. Некоторые внешне и по поведению похожи на ос (мухи осовидки), другие подражают своим обличием несъедобным божьим коровкам (тропические тараканы) и т. п.

5. Осенние тока у птиц связаны с аналогичной весне продолжительностью светового дня осенью. Попадая в сходные с весенним периодом условия птицы некоторых семейств, особенно молодые особи, демонстрируют поведение, аналогичное весеннему.

6. В приливно-отливной зоне морей у обитающих там животных выработались приспособления по перенесению временного отсутствия водный среды. Часть имеют крепкий защитный покров, помогающий им сохранить влагу в организме. Другие на время отлива закапываются в песок или прячутся под камни, и в скопления выброшенных штормом водорослей, где также сохраняется влага.

7. Поселения человека представляют собой часть культурного ландшафта, возникшего в результате деятельности человека. Эта деятельность представляет собой мощный и издавна действующий фактор, оказывающий большое влияние на состав, распространение и распределение животных и растений. Эта деятельность имеет не только отрицательное, но и положительное значение. Строения и сооружения, а так же древесные и кустарниковые насаждения представляют собой благоприятные для животных защитные условия и удобные места для размножения. Для ряда видов значительным источником питания служат различные заготавливаемые человеком продукты, их отходы, отбросы, играющие особенно большую роль в зимнем питании. Обилие укрытий и кормовых угодий определяет значительное разнообразие и высокую численность животных населяющих поселения человека.

8. Можно выделить три основных критерия, которые позволяют весьма четко разграничить высшие растения и высших животных:

1. Способность организмов активно менять свою локализацию в пространстве (во взрослом состоянии или с помощью специальных многоклеточных расселительных стадий);

2. Способность организмов к фотосинтезу (автотрофии) или фаготрофии; Способность организмов образовывать запасные питательные вещества типа крахмала или типа гликогена.

Растения — живые организмы, неспособные активно менять свою локализацию в пространстве, автотрофы, никогда не образующие гликоген в качестве запасного вещества.

Животные способны активно менять локализацию в пространстве (хотя бы на стадии многоклеточной личинки), фаготрофы, образующие глигоген в качестве запасного питательного вещества.

9. Форм движения у растений много.

Растения тянутся к свету и поворачивают вслед за солнцем свои цветы — **гелиотропизм**.

Раскрывают и закрывают в определенное время суток или при изменении погоды цветки или соцветия.

Раскрываются и закрываются устьица на листьях.

Корневая система тянется вниз (**геотропизм**), и многое другое.

10. Снежный покров оказывает большое влияние на образ жизни многих животных. Часть из них из-за нехватки корма или его отсутствия начинают мигрировать в более южные районы, или впадают в спячку. У видов, приспособившихся к жизни в таких условиях, меняется покров — либо становится более плотный, либо меняет цвет на белый. Некоторые виды в холодные дни уходят ночевать под снег.

КОНКУРС ПО ЛИНГВИСТИКЕ

Задачи по лингвистике и их решения предоставлены оргкомитетом Традиционной Олимпиады по лингвистике и математике, организуемой совместно отделением теоретической и прикладной лингвистики МГУ и факультетом теоретической и прикладной лингвистики РГГУ.

Задачи

1. (М. Е. Алексеев)

Ниже даны грузинские слова в латинской транскрипции с переводами на русский язык (в перепутанном порядке):

tvali, caltvala, calpexa, sartuli, ertsartuliani, ertadgiliani, mravalsartuliani;

одноместный, одноэтажный, глаз, одноглазый, этаж, одноногий, многоэтажный.

Определите перевод каждого грузинского слова.

2. (В. А. Терентьев, Е. В. Муравенко).

Ниже в двух колонках приведены соответствующие друг другу слова двух родственных языков: слева — сербскохорватские, справа — русские. Некоторые слова пропущены.

пас	— *пёс*	дошао	— *дошёл*
клен	— *клён*	плела	—
мео	— *мёл*	жена	— *жена*
	— *мёд*		— *пчела*
	— *лён*	осао	— *осёл*
село	— *село* (деревня)	отац	—
лав	— *лев* (животное)		— *горек*
полет	— *полёт*	во	—
болан	—		— *бел*
	— *ложь*	зао	— *зол* (от *злой*)
сан	— *сон*	раж	—
род	— *род*	го	— *гол* (от *голый*)

А. Заполните пропуски нужными словами.
Б. Опишите подмеченные Вами закономерности.

3. (Е. Н. Саввина)
Даны предложения на алюторском языке с переводами на русский язык:

Muryənan mətʕeŋavnawwi ʕətʕuwwi. — *Мы позвали собак.*
ɣəmnan tənʕaqŋuvən inaralʔən. — *Я обидел соседа.*
Muryənan mətʕalaplatək turuwwi. — *Мы догнали вас.*
ʕətʕətək nanʕaqŋuvɣət ɣəttə. — *Собаки обидели тебя.*
Inaralʔətək naʕalapən ʕətʕən. — *Соседи догнали собаку.*
ɣəmnan təʕeŋavɣət ɣəttə. — *Я позвал тебя.*

Переведите на алюторский язык:
1. *Мы догнали соседей.*
2. *Соседи позвали вас.*
3. *Я обидел собак.*

Решения задач конкурса по лингвистике

1. Легко находим основы sartuli ’этаж’ (встречается трижды) и tval- ’глаз’ (встречается дважды). Отсюда: mraval- ’много’, ert-. . . -ani, cal-. . . -a ’одно-’. Различие между последними двумя основами можно определить при сравнении слов *одноэтажный* и *одноглазый*: во втором слове *одно-* указывает на ущербность, недостаток, в то время как в первом соответствующий элемент имеет чисто количественное значение. Таким образом: tvali — *глаз*, caltvala — *одноглазый*, calpexa — *одноногий*, sartuli — *этаж*, ertsartuliani — *одноэтажный*, ertadgiliani — *одноместный*, mravalsartuliani — *многоэтажный*.

2. Анализируя данные слова, замечаем, что русскому *о* может соответствовать сербскохорватское *о* или *а*, русским *е* и *ё* — сербскохорватское *е* или *а*. Изменяя русские слова или подбирая для них однокоренные, замечаем, что в сербскохорватском слове стоит *а*, если в соответствующем русском слове — беглый гласный *о*, *е* или *ё*, т. е. такой гласный, который чередуется с нулем звука (*сон — сна, лев — льва, пёс — пса*). Если же в русском слове *о* или *е* (*ё*) не беглые, тогда и в сербскохорватском мы находим соответственно *о* или *е* (*ё* в сербскохорватском не встречается). Конечному русскому *-л* после гласной соответствует *-о* в сербскохорватском (при этом сочетание *-оо* упрощается в *-о*). Буква *ь* в сербскохорватском не используется (это мы понимаем, переводя с сербскохорватского слово *раж — рожь* и используем, выполняя перевод в обратную сторону: русское *ложь* — сербскохорватское *лаж*).

Теперь можно выполнить контрольные переводы:

мед — *мёд* (*ё* не беглое, ср. *мёда*)	плела — ***плела***	во — ***вол***
лан — *лён* (ср. *льна*)	**пчела** — *пчела*	**бео** — *бел*
болан — ***болен***	отац — ***отец***	раж — ***рожь***
лаж — *ложь* (ср. *лжи*)	**горак** — *горек*	

3. Существительные изменяются по числам и вдобавок имеют разную форму в зависимости от того, соответствуют ли они русскому подлежащему или дополнению:

ед. число дополнения — -ən,

мн. число подлежащего — -ətək, дополнения — -uwwi.

Глаголы изменяются по лицу-числу подлежащего (приставкой) и по лицу-числу дополнения (суффиксом).

Приставки: tə- ’я’, mət- ’мы’, na- ’они’.

Суффиксы: -ɣət ’тебя’, -latək ’вас’, -ən ’его’, -nawwi ’их’.

Ответ:

1. Murɣənan mətʕalapnawwi inaralʔuwwi.
2. Inaralʔətək naʕeŋavlatək turuwwi.
3. ɣəmnan tənʕaqŋuvnawwi ʕətʕuwwi.

КРИТЕРИИ НАГРАЖДЕНИЯ. СТАТИСТИКА. ИТОГИ

На Турнире не присуждаются 1, 2 и 3 места. Участник, написавший хорошую работу на одном из конкурсов получает грамоту с текстом «. . . *награждается за успешное выступление в конкурсе по*. . . (название конкурса)». Если работа хорошая, но не на столько, чтобы за нее можно было выдать диплом, жюри отмечает этот факт. Если у одного участника таких работ окажется 2 или больше (по разным предметам), ему будет вручена грамота с текстом: «. . . *награждается за успешное выступление в конкурсе по многоборью*». Разумеется, в одной грамоте могут присутствовать названия нескольких (или даже всех!) конкурсов. Вместе с грамотами все победители получают интересную книжку с памятным штампом. Всем участникам (а не только победителям, как на некоторых олимпиадах) сообщаются их результаты (высылается письмо с результатом по каждому предмету, а также оценки по каждой задаче по математике, физике, лингвистике).

Процент участников, получивших грамоты, достаточно большой. Но из этого вовсе не следует, что стать победителем турнира совсем легко — ведь почти все его участники — достаточно сильные школьники (а остальные на Турнир в воскресенье рано утром да ещё в дождливую погоду, как в этом году, ни за что не придут!). Да и выявление победителей никогда не было целью турнира. Цели турнира достаточно разнообразны: познакомить школьников с интересными задачами и фактами, выходящими за рамки школьной программы (предмета «лингвистика» нет, например, почти ни в одной школе), заинтересовать их школьными предметами, которые раньше казались совсем скучными и неинтересными, пригласить на различные кружки, олимпиады, а также в школы и классы с углублённым изучением предметов.

Работы по разным предметам проверяются разными людьми — специалистами в своей области, поэтому технология проверки работ также несколько различается.

На конкурсах по математике, физике и лингвистике применяется традиционная система, пришедшая из математических олимпиад, где она возникла

несколько десятилетий назад: за каждую задачу (или пункт задачи) ставится одна из следующих оценок (приведены в порядке убывания «хорошести»):

«+!», «+», «+.», «±», «+/2», «∓», «−.», «−», «0».

«+!» — правильное и сильно выделяющееся на фоне остальных в лучшую сторону решение задачи;

«+» — правильное решение задачи;

«+.» — правильное с недочётами;

«±» — не совсем правильное;

«−.» — «не совсем неправильное»;

«−» — неправильное;

«0» — задача в работе не записана

(точный смысл оценок определяется при проверке для каждой задачи отдельно).

На конкурсе по химии каждая задача оценивается по 5-балльной системе (от 0 до 5, а не от 2 до 5, как, к сожалению, бывает на некоторых олимпиадах).

На конкурсах по биологии и наукам о Земле каждый вопрос оценивается по 10-балльной системе.

На конкурсе по истории каждая работа оценивается жюри целиком персонально.

Одни и те же задачи участников разного возраста проверяются по одинаковым правилам (требования к стилистике текста, разумеется, с учётом возрастных особенностей), а решение о присуждении диплома зависит от возраста (класса) и принималось по критериям, приведённым в таблице. В каждый графе приведён набор оценок или сумма балов, минимально-достаточные для получения грамоты или балла в многоборье. Если таких наборов несколько, они приводятся на разных строках друг под другом.

<table>
<tr><th>Название конкурса</th><th>Результат</th><th colspan="7">Класс</th></tr>
<tr><th></th><th></th><th>5</th><th>6</th><th>7</th><th>8</th><th>9</th><th>10</th><th>11</th></tr>
<tr><td rowspan="3">математика</td><td>грамота</td><td colspan="5">±</td><td colspan="2">± ±</td></tr>
<tr><td>многоборье</td><td colspan="5">не присуждался</td><td colspan="2">±</td></tr>
<tr><td>макс. возм.</td><td colspan="2"></td><td colspan="3">+ + + (3 задачи)</td><td colspan="2">+ + + (3 задачи)</td></tr>
<tr><td rowspan="3">физика</td><td>грамота</td><td rowspan="3">не было участников</td><td rowspan="2">+/2</td><td colspan="2">±</td><td colspan="4">± ±</td></tr>
<tr><td>многоборье</td><td colspan="2">+/2
∓ ∓ ∓</td><td colspan="4">±
∓ ∓ ∓</td></tr>
<tr><td>макс. возм.</td><td>не присужд.
—</td><td>+ + +</td><td>+ + +</td><td>+ + + + +</td><td>+ + + + +</td><td>+ + + +</td></tr>
<tr><td rowspan="3">химия</td><td>грамота</td><td colspan="2" rowspan="3">не было участников</td><td colspan="2">4</td><td>5</td><td colspan="2">6</td></tr>
<tr><td>многоборье</td><td colspan="2">2</td><td>2,5</td><td colspan="2">3</td></tr>
<tr><td>макс. возм.</td><td colspan="2">—</td><td colspan="3">16 (3 лучш. задачи по 5 баллов +1 возм. доп. балл)</td></tr>
<tr><td rowspan="3">биология</td><td>грамота</td><td rowspan="3">не было участников</td><td colspan="3">15</td><td>20</td><td colspan="2">25</td></tr>
<tr><td>многоборье</td><td colspan="3">10</td><td>14</td><td colspan="2">16</td></tr>
<tr><td>макс. возм.</td><td colspan="6">50 (10 вопросов по 5 баллов)</td></tr>
<tr><td rowspan="3">лингвистика</td><td>грамота</td><td colspan="5">17</td><td colspan="2">19</td></tr>
<tr><td>многоборье</td><td colspan="2">7</td><td colspan="5">9</td></tr>
<tr><td>макс. возм.</td><td colspan="7">30 (3 задачи по 10 баллов)</td></tr>
</table>

Название конкурса	Результат	Класс						
		5	6	7	8	9	10	11
науки о Земле	грамота	4			5			
	многоборье	2			3			
	макс. возм.	50 (10 вопросов по 5 баллов)						
история	Определяется решением жюри персонально по каждой работе							

Примечания:

1. Максимально возможный результат определялся по тем задачам, про которые в условии было написано, что они предназначены для соответствующего класса. Этим, в частности, объясняются пустые клетки. Однако школьники могли решать задачи любых классов.

2. В отдельных случаях жюри принимало решение о награждении грамотой по лингвистике при сумме баллов меньшей, чем указано в таблице.

3. Задачи по лингвистике проверялись по системе «±», затем эти оценки переводились в баллы («+» = 10 баллов).

Общая статистика

Класс	5	6	7	8	9	10	11	Всего
Всего участников	7	32	349	461	397	438	345	2029
Мальчиков	6	24	200	259	233	237	215	1174
Девочек	1	8	149	202	164	201	130	855
Биология, участников	0	11	115	215	144	111	76	712
Науки о Земле, участников	3	8	85	134	107	59	51	447
История, участников	1	1	33	33	31	32	25	156
Лингвистика, участников	4	18	204	269	223	229	156	1103
Математика, участников	6	28	290	357	270	285	222	1458
Физика, участников	0	2	131	197	176	118	123	747
Химия, участников	0	0	6	23	71	57	50	207
Не сдали ни одной работы	1	1	13	13	14	12	13	67
Участвовали в 1 конкурсе	2	10	13	95	87	116	114	437
Участвовали в 2 конкурсах	1	10	68	112	105	130	120	546
Участвовали в 3 конкурсах	2	7	106	116	92	75	60	458
Участвовали в 4 конкурсах	1	3	65	77	60	39	24	269
Участвовали в 5 конкурсах	0	1	61	38	26	12	11	149
Участвовали в 6 конкурсах	0	0	31	7	12	4	3	57
Участвовали в 7 конкурсах	0	0	5	3	1	0	0	9
Всего работ соотв. класса	14	68	904	1228	1022	891	703	5129