

ББК 74.200.58

Т86

29-й Турнир им. М. В. Ломоносова 1 октября 2006 года.
Задания. Решения. Комментарии / Сост. А. К. Кулыгин. —
М.: МЦНМО, 2007. — 156 с.: ил.

Приводятся условия и решения заданий Турнира с подробными комментариями (математика, физика, химия, астрономия и науки о Земле, биология, история, лингвистика, литература, математические игры). Авторы постарались написать не просто сборник задач и решений, а интересную научно-популярную брошюру для широкого круга читателей. Существенная часть материала изложена на уровне, доступном для школьников 7-го класса.

Для участников Турнира, школьников, учителей, родителей, руководителей школьных кружков, организаторов олимпиад.

ББК 74.200.58

Тексты заданий, решений, комментариев составили и подготовили: П. М. Аркадьев (лингвистика), А. Г. Банникова (математические игры), В. И. Беликов (лингвистика), А. Г. Ванигасурия (биология), С. Д. Варламов (физика), Э. А. Галоян (биология), Н. А. Зевахина (лингвистика), И. А. Кобузева (биология), С. В. Ковальский (биология), Ю. Г. Кудряшов (математика), А. К. Кулыгин (физика, астрономия и науки о Земле), С. В. Луцкина (химия), Е. В. Муравенко (лингвистика), Е. Г. Петраш (биология), А. М. Романов (астрономия и науки о Земле), З. П. Свитанько (химия), С. Ю. Синельников (биология), С. Г. Смирнов (история), Г. А. Соколова (биология), А. В. Хачатурян (математические игры), Н. А. Шапиро (литература), А. Д. Шевелева (биология), И. В. Яценко (математика, математические игры).

Автор иллюстрации на обложке Т. А. Карпова. Рисунок составлен по мотивам заданий по математике (№ 5), физике (№ 3) и истории (№ 7).

*Турнир проведён при поддержке Департамента
образования города Москвы (программа «Одарённые дети»).*

Все опубликованные в настоящем издании материалы распространяются свободно, могут копироваться и использоваться в учебном процессе без ограничений. Желательны (в случаях, когда это уместно) ссылки на авторов.

Эл. версия <http://www.mcsme.ru/olympiads/tur1om/> (www-сервер МЦНМО).

29-й Турнир им. М. В. Ломоносова 1 октября 2006 года.
Задания. Решения. Комментарии.

Ответственный за выпуск, составитель
Кулыгин Алексей Кириллович

Лицензия ИД № 01335 от 24.03.2000 г. Подп. к печати 15.01.2007.

Формат 60×90 ¹/₁₆. Печать офсетная. Объём 10 печ. л.

Заказ . Тираж 10000 экз.

Издательство Московского центра непрерывного математического образования.
119002, Москва, Большой Власьевский переулок, дом 11.
Тел. (495)241-05-00, (495)241-12-37, (495)241-72-85.

Отпечатано с готовых диапозитивов в ФГУП «Полиграфические ресурсы»

ISBN 978-5-94057-273-2

© Московский центр непрерывного
математического образования, 2007.

XXIX Турнир имени М. В. Ломоносова

1 октября 2006 года

Задания. Решения. Комментарии

Москва

Издательство МЦНМО

2007

Предисловие

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 общепотребительным. 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 самом 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 11 февраля 2007 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.

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. 144).

Из ответов на вопросы конкурса по астрономии и наукам о Земле вы также узнаете, сколько звёзд на нашем небе (вопрос № 1, стр. 126), как определять положение Солнца на небе по фазам Луны и почему от восходящего Солнца расходятся «лучи» (вопрос № 2, стр. 129), что означает псевдоним Марк Твен (вопрос № 4, стр. 137), почему Чёрное море — «слоёное» и какие ещё бывают «слоёные» моря (вопрос № 5, стр. 140).

Отличительная черта конкурса по литературе — тексты ответов и решений (стр. 83) 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.

Первым заданием 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. Самые удачные сонеты, предложенные школьниками и отобранные жюри, также по традиции публикуются в сборнике (см. стр. 88).

Задание № 2 (стр. 61) 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 заданию конкурса, стр. 22). 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 решить 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. 33).

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. 47). А в решении задачи № 8 (стр. 51) 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. 48).

Задания конкурса по лингвистике (см. стр. 74) познакомят вас с языком роро, 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 по школам. 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
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

Для экономии места в таблицу включены только первые 52 школы из имеющихся 476 с положительными результатами (одна или более грамот за успешное выступление).

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 участников, классы и полный набор оценок по каждому заданию каждого предмета¹.

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 Пушкино 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.

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

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 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 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.

Электронная версия этой книжки, а также материалы турниров этого года и предыдущих лет опубликованы в интернете по адресу <http://www.mccme.ru/olympiads/turlom>

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:

А, ВС, 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.)

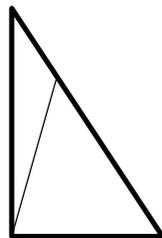
Решения к заданиям конкурса по математике

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 поездов. Следовательно, при самом выгодном способе набрать 35 поездов карточек на одну поездку брать не надо. Осталось два способа: 7 карточек на 5 поездов или 3 карточки на 5 поездов и одну карточку на 20 поездов. Поскольку 4 карточки на 5 поездов дороже одной карточки на 20 поездов, выгоднее всего брать 3 карточки на 5 поездов и одну на 20.

Таким образом, три карточки на 5 поездов и одна карточка на 20 поездов стоят 33 монеты. Поскольку четыре карточки на 5 поездов дороже одной на 20, семь карточек на 5 поездов дороже 33 монет. Следовательно, карточка на 5 поездов стоит как минимум 5 монет ($4 \cdot 7 = 28 < 33$). С другой стороны, по условию задачи, 35 поездов покупать выгоднее, чем две карточки по 20 поездов, а значит, три карточки на 5 поездов дешевле одной на 20. Следовательно, шесть карточек на 5 поездов дешевле 33 монет, то есть одна карточка на 5 поездов не дороже 33 монет, откуда одна карточка на 5 поездов не может быть дороже 5 монет ($6 \times 6 = 36 > 33$). Итак, одна карточка на 5 поездов не может стоить ни дешевле 5 монет, ни дороже 5 монет.

Итак, остаётся единственный вариант: карточка на 5 поездов стоит 5 монет. Тогда карточка на 20 поездов 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 $E = 1$. Аналогично, $L = 2$, $C = 3$. Получаем запись:

$$T, 12, 1K, 2A, 33.$$

Заметим, что

$$(1K) - 12 = (2A) - (1K) = 33 - (2A) = d,$$

откуда $33 - 12 = 3d$ (в записи между числами 12 и 33 находится 3 промежуток), $d = 7$. 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 $D = 1$, $C = 2$, $E = 3$. Получаем запись:

$$A, B2, 13F, 2GH, 2B3, 3KG.$$

Аналогично предыдущей задаче,

$$3d = (2B3) - (B2) = (200 + 10 \cdot B + 3) - (10 \cdot B + 2) = 201$$

$$d = 201 : 3 = 67.$$

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.

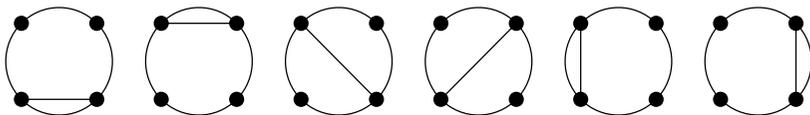
Теперь переберём возможные длины отпиленной части, расположенной по диагонали от потерянной. При этом получим, что длина отпиленной части удовлетворяет одному из равенств

$$\begin{aligned} 8 + x &= 9 + 10, \\ 9 + x &= 8 + 10, \\ 10 + x &= 8 + 9, \end{aligned}$$

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:

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

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 самого верного решения) ставилась оценка « \mp », 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) <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 « $+$!», « $+$ », « $+$.», « \pm » или « \pm^* »²; 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.)

²В 7 классе (и младше) положительными также считались оценки « \mp » и « $+/2$ » за задачу № 1; в 8 классе (и младше) положительными также считались оценки « \mp » 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 « \pm^* ».

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 пересекать 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 сильнее 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 соперником³. 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).

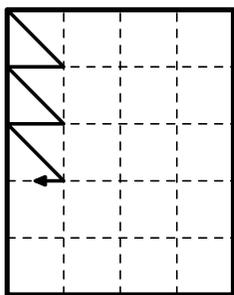


Рис. 1.1

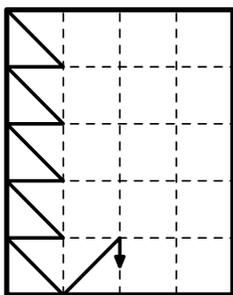


Рис. 1.2

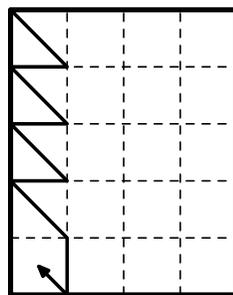


Рис. 1.3

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».

³Или математически доказано, что выигрышная (или ничейная) стратегия у данного игрока есть. В принципе такое доказательство может не содержать явного описания стратегии.

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

$$\frac{N}{2} \text{ при } N = 2k; \quad \frac{N-1}{2} \text{ при } N = 2k+1.$$

Короткие записи ответов можно дать с использованием понятия целой части числа:

$$\text{минимум } \left\lceil \frac{N-1}{3} \right\rceil + 1; \quad \text{максимум } \left\lceil \frac{N-1}{2} \right\rceil + 1.$$

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 Пушкино 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 середине, 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.

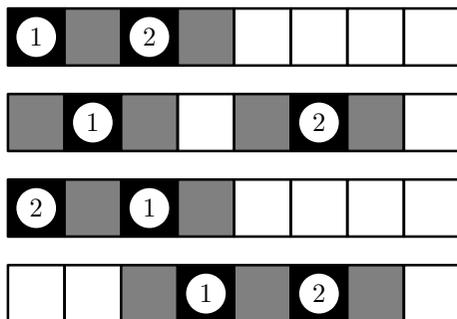


Рис. 2.3

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 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 выигрывает, 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.

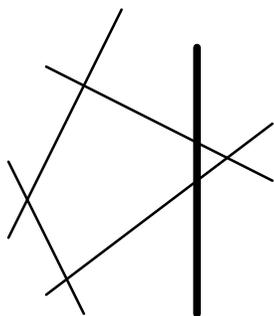


Рис. 3.1

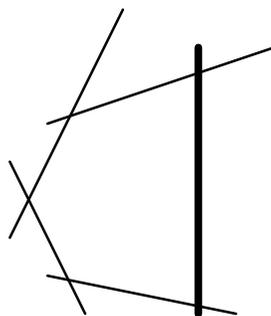


Рис. 3.2

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).

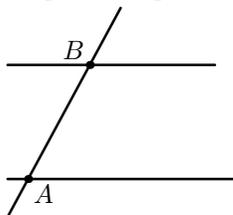


Рис. 3.3

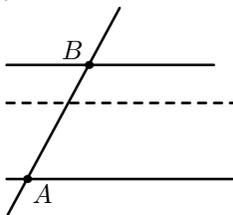


Рис. 3.4

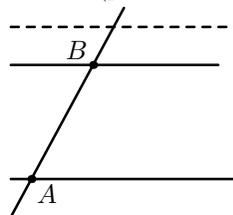


Рис. 3.5

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 . Анало-

гично, пересечь прямую MN можно только в M или N . Таким образом, у второго остаётся только два хода — MP или NQ . Оставшийся ход делает первый игрок. Теперь (рис. 3.9) любой ход второго приводит его к проигрышу.

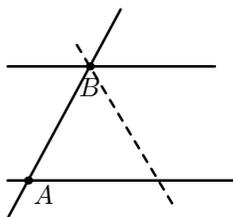


Рис. 3.6

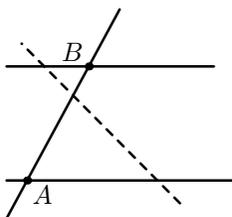


Рис. 3.7

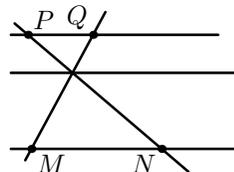


Рис. 3.8

Похожим образом, но несколько проще, решается пункт г). Первый игрок проводит третью параллельную прямую. Как бы ни пошёл теперь второй игрок, первый сможет добиться картинке, приведённой на рис. 3.10. Хорошо видно, что теперь оба обречены проводить прямые, параллельные четырём имеющимся, — любой другой ход создаёт четырёхугольник.

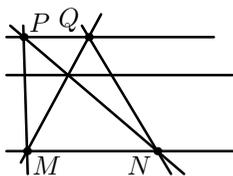


Рис. 3.9

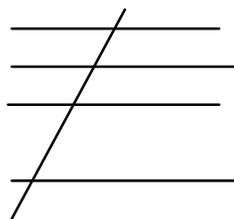


Рис. 3.10

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 Яценко. 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 для организаторов 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.

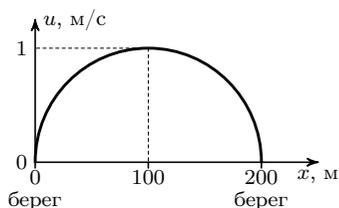
3. (7–9) Улитки обычно передвигаются следующим образом. Животное присасывается к чему-нибудь специальной слизистой поверхностью. Перемещение происходит благодаря согласованным сокращениям отдельных участков этой поверхности. Если улитка ползёт по прозрачному предмету (например, стеклу), такие сокращения 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 $c_V = \frac{3}{2}R$, 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?

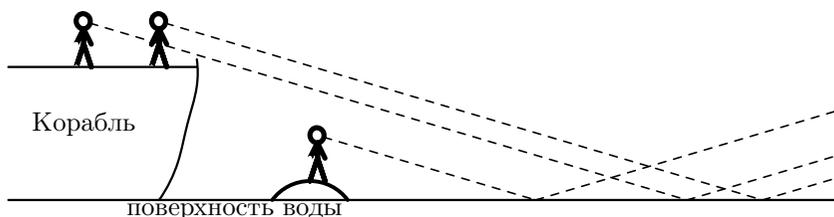
Ответы и решения к заданиям конкурса по физике

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 «стойкой». Также рассмотрим условную координатную ось и направим её вдоль направления движения улитки.

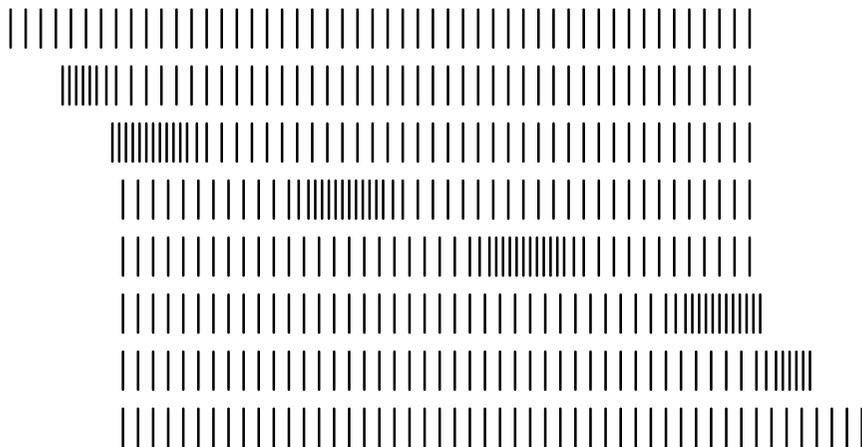
Процесс ползания происходит примерно следующим образом.

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 воз-

растает 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.

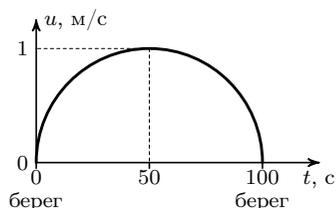
1. Увеличивается срок службы устройства (до следующей смены батареек). Заметим, что для этой цели параллельное соединение батареек имеет смысл использовать только тогда, когда работа от одной батарейки приводит к исчерпанию ресурса батарейки раньше, чем истекает срок хранения этой батарейки (когда она 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 переплыwania 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 ско-



рость 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 $S = \frac{\pi R^2}{2} = \frac{\pi \cdot R \cdot R}{2}$, 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 шарика), 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 $q = \frac{Q_2^2}{Q_1} - Q_1$.

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 отрицательной 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, положителен⁴). Аналогично, силовые линии, «входящие» в участки с отрицательной плотностью заряда, также могут приходиться 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 газа⁵.

Зная теплоёмкость газа для данных условий⁶, найдём величину

⁴относительно бесконечности

⁵В 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.)

⁶Это 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

изменения температуры.

$$\begin{aligned}
 \Delta E_{\text{кин}} &= \Delta U_{\text{внутр}} \\
 \frac{mv^2}{2} &= c_V \nu \Delta T \\
 \frac{\nu M v^2}{2} &= \frac{3}{2} R \nu \Delta T \\
 M v^2 &= 3 R \Delta T \\
 \Delta T &= \frac{M v^2}{3 R} = \frac{(4 \text{ г/моль}) \cdot (1 \text{ км/с})^2}{3 \cdot 8,31 \text{ Дж/(моль} \cdot \text{К)}} = \\
 &= \frac{(4 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}) \cdot (10^3 \text{ м/с})^2}{3 \cdot 8,31 \text{ (кг} \cdot \text{м}^2/\text{с}^2)/(\text{моль} \cdot \text{К)}} = \frac{10^3 \cdot 4}{3 \cdot 8,31} \text{ К} \approx 160,45 \text{ К}.
 \end{aligned}$$

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 $\Delta T = \frac{M v^2}{3 R}$, подставили в неё числовые значения данных в условии величин $v = 1 \text{ км/с}$ и $R = 8,31 \text{ Дж/(моль} \cdot \text{К)}$, не обратив внимание на то, что $1 \text{ Дж} = 1 \text{ кг} \cdot \text{м}^2/\text{с}^2$, 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» больший 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).

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.

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 больший участок через материал линзы (её центральную «толстую» часть), скорость света в котором меньше⁷. Свет, 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 большую «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 доста-

⁷ 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.

точно 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 повернутыми 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 $\frac{h(r)}{\cos \alpha}$ «по вертикали», $\frac{h(r \cos \alpha)}{\cos \alpha}$ «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 изоб-

ражения на экран⁸. Если же изображение наблюдается глазом (или цифровым фотоаппаратом с автоматической фокусировкой⁹), 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», « \mp », «-», «-», «0».

«Расшифровка» этих оценок точно такая же, как и на конкурсе по математике (см. стр. 14).

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 \pm за задачи младших классов

A_2 = количество оценок не хуже \pm за задачи своего класса

A_3 = количество оценок не хуже \pm за задачи старших классов

⁸Наблюдения 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 лобую удобную для экспериментатора картинку, квадратную сетку и т. п.

⁹Мобильный телефон с видеокамерой также вполне годится.

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 $B_1 + B_2 + B_3 \geq 1$;
2. класс не старше 8 и $A_2 + A_3 \geq 1$;
3. $A_2 + A_3 \geq 2$ в любом классе.

Оценка «**e**» (балл многоборья) ставилась школьникам, не получившим грамоту, в следующих случаях:

1. класс не старше 6 и $A_1 + B_2 + B_3 \geq 1$;
2. класс не старше 8 и $A_1 + B_2 + B_3 \geq 2$;
3. $A_2 + A_3 \geq 1$ в любом классе;
4. $A_1 + B_2 + B_3 \geq 4$ 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 $2,4 \text{ г/см}^3$. 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 индиви-

дуальных 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 ржав-

чины 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 $(2,4 \text{ г/см}^3) \cdot 1000 \text{ см}^3 = 2400 \text{ г}$. Именно такую массу и ожидал Вася. Реальная масса песка, однако, составила $2400 - 1100 = 1300 \text{ г}$. Так как объём равен 1000 см^3 , то насыпная плотность песка оказывается равной $1300 \text{ г}/1000 \text{ см}^3 = 1,3 \text{ г/см}^3$.

2. Согласно условию, элемент Х образует водородное соединение вида НХ, в котором содержание водорода составляет 2,74%. Найдём молекулярную массу элемента Х, исходя из этих данных:

$\frac{1 \text{ г/моль}}{2,74 : 100} \approx 36,5 \text{ г/моль}$ — молярная масса соединения НХ, 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

$$\frac{n \cdot 16 \text{ г/моль}}{61,20 : 100} = \frac{m \cdot 35,5 \text{ г/моль}}{(100 - 61,20) : 100},$$

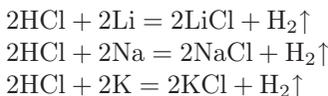
а $n/m = (35,5/16) \cdot (61,2/38,8) = 3,499 \dots \approx 3,5 = 7/2$. Отсюда получаем формулу высшего оксида Cl_2O_7 .

При взаимодействии оксида Cl_2O_7 с водой образуется хлорная кислота, одна из самых сильных кислот:

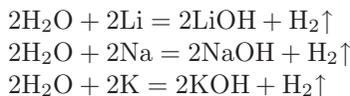


3. Запишем уравнения реакций, возможных в водном растворе соляной кислоты:

Взаимодействие с соляной кислотой



Взаимодействие с водой



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}):

$$\nu_{\text{K}} = \frac{m}{M_{\text{K}}} = \frac{m}{39 \text{ г/моль}}$$

$$\nu_{\text{Li}} = \frac{m}{M_{\text{Li}}} = \frac{m}{7 \text{ г/моль}} = \nu_{\text{K}} \cdot \frac{39}{7} \approx 5,57\nu_{\text{K}}$$

$$\nu_{\text{Na}} = \frac{m}{M_{\text{Na}}} = \frac{m}{23 \text{ г/моль}} = \nu_{\text{K}} \cdot \frac{39}{23} \approx 1,70\nu_{\text{K}}$$

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 эквимольном 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.

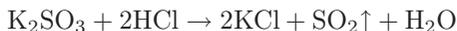
Перечислим названные в условии задачи реакции.

Переход в кислой среде хромат-иона, дающего жёлтую окраску раствора, в бихромат-ион, дающий оранжевый цвет.

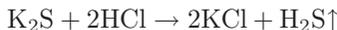


При добавлении к раствору KCl соляной кислоты никаких внешних изменений не наблюдается.

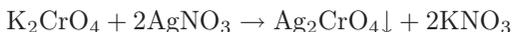
Реакция



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):

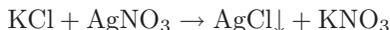


В реакции



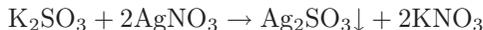
выпадает осадок хромата серебра красного цвета.

Стандартная качественная реакция на хлорид-ион



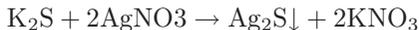
даёт характерный творожистый осадок

В реакции



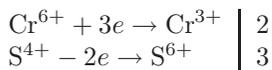
образуется белый осадок сульфита серебра.

В реакции



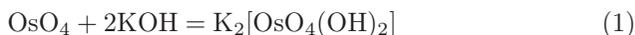
выпадает чёрный осадок сульфида серебра (это единственное несоответствие сульфида калия условиям задачи).

Фиолетовую окраску раствора даёт ион Cr^{3+} , образующийся в результате окислительно-восстановительной реакции



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 Cr₂O₃ — амфотерный. При взаимодействии с кислотами он образует соли с катионом Cr³⁺, например, CrCl₃, а с основаниями — соли типа NaCrO₂ или Na₃[Cr(OH)₆]. Оксид же шестивалентного хрома CrO₃ — кислотный.

Оксиды, приведённые в задаче, содержат элементы в высшей степени окисления, значит разумно предположить, что они являются кислотными. Для OsO₄ кислотные свойства проявляются при взаимодействии с основаниями, где он образует осматы(VIII)



Аналогичные рутенаты(VIII) являются неустойчивыми, оксид RuO₄ растворяется в щелочах с выделением кислорода (восстанавливается)



и в результате получается соль, формально соответствующая другому оксиду рутения — RuO₃. Однако (также формально) оксид RuO₄, 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 FeO₄ ситуация немного меняется. С одной стороны, FeO₄ — вещество очень неустойчивое и при контакте с водными растворами тут же распадается с выделением кислорода. Образование анионов с восьмивалентным состоянием железа не происходит, то есть реакции, аналогичные по механизму протекания реакции (2), и тем более (1), скорее всего невозможны¹⁰. По крайней мере эксперимен-

¹⁰Соли шестивалентного железа известны (например, K₂FeO₄, BaFeO₄), но по механизму, аналогичному реакции (2), их скорее всего получить невозможно.

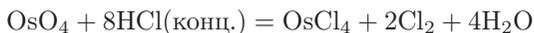
тально они не наблюдались. И дело тут не только в капризности вещества FeO_4 и сложностях экспериментальной работы с ним¹¹. FeO_4 имеет тетраэдрическое строение (в центре — атом железа, в вершинах тетраэдра — четыре атома кислорода; оксиды OsO_4 и RuO_4 устроены аналогично, но отличаются от FeO_4 большими 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 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 несолообразующим.

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,



или



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

¹¹На подбор условий для синтеза FeO_4 учёные потратили несколько десятилетий.

для данного вещества); смачивание горячей 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.

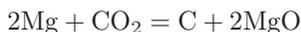
Также для тушения пожара могут оказаться подходящими оказавшиеся под рукой предметы и материалы, как специально заготовленные, так и вообще специально не предназначенные для пожаротушения: различные негорючие (или плохогорящие) листовые материалы — для укрывания огня и прекращения доступа кислорода, 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»:



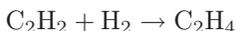
Внешне это выглядит как обычное горение, образующийся углерод выделяется в виде сажи. Бывают и другие варианты горения без участия атмосферного кислорода. Окислитель может даже входить в состав горящего предмета (простейший пример — состав, из которого изготовлены головки спичек). В этой ситуации углекислый 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 шапками). 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 эквимольярном соотношении:



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:



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 нержавеющую¹².

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 ржавчину¹³.

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.

¹²Нержавеющая 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.

¹³Скорее всего в виде механических включений, так как никель устойчивее железа и сам начинает окисляться только при температуре около 500 °С. Это — ещё одно преимущество никелированной посуды: кастрюля из нержавеющей стали без защитного покрытия не будет ржаветь, но всё равно будет «прогорать» на огне.

Рассмотрим, как он это делает. Многие металлы в нулевой степени окисления образуют с СО летучие комплексные соединения — карбонилы — в которых связи образуются за счёт свободных орбиталей атома металла и несвязывающей пары электронов на атоме С монооксида углерода, а дополнительная стабилизация достигается при взаимодействии *d*-электронов металла со свободными орбиталями молекул СО.

Примерами карбониллов являются $\text{Cr}(\text{CO})_6$, $\text{Fe}(\text{CO})_5$, $\text{Mn}_2(\text{CO})_{10}$. А также более сложные, например $\text{Fe}_2(\text{CO})_9$, $\text{Fe}_3(\text{CO})_{12}$ и $[\text{Fe}_2(\text{CO})_8]_2$.

Карбонилы образуются при взаимодействии металлов с СО при повышенной температуре и, как правило, при повышенном давлении. Однако карбонил никеля $\text{Ni}(\text{CO})_4$, в отличие от карбонила железа (промышленный синтез $\text{Fe}(\text{CO})_5$ проводится при температуре 180–200 °С и давлении, в 160–200 раз превышающем атмосферное), образуется при обычном давлении. Таким образом, при контакте атомов металлического никеля на поверхности кастрюли и молекул СО, образовавшихся при неполном сгорании бытового газа, образуется карбонил никеля — жидкость, имеющая невысокую температуру кипения (42,3 °С). 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 СО, а для образования и испарения $\text{Ni}(\text{CO})_4$, как указано выше, вполне достаточно умеренных температур (< 100 °С).

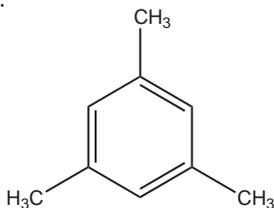
В результате никель уже не обнаруживается при последующем анализе ржавчины, где остаётся только железо, которое не образует карбонила в таких условиях.

9. Зная плотность паров углеводорода А по воздуху (т. е. во сколько раз он тяжелее воздуха), можно найти молекулярную массу углеводорода А (относительная молекулярная масса воздуха считается равной 29): $4,14 \cdot 29 = 120$ (г/моль)

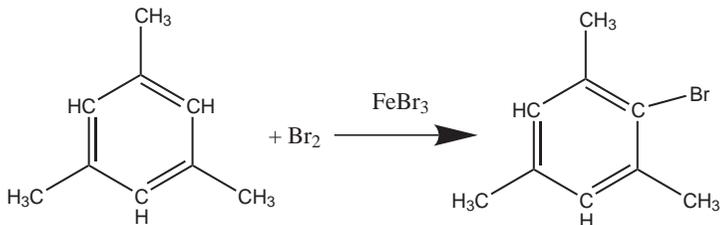
Так как 90% по массе составляет углерод, его масса в соединении составляет $0,9 \cdot 120$ г/моль = 108 г/моль, масса водорода 12 г/моль, таким образом, в молекуле содержится $108/12 = 9$ атомов углерода и 12 атомов водорода. Брутто формула C_9H_{12} . Значит, это непредельный углеводород, но он не обесцвечивает бромную воду, поэтому можно сделать вывод, что это ароматическое соединение — производное бен-

зола. Заместители в бензольном кольце могут представлять собой три метильные группы, метильную и этильную группу, либо одну пропиловую группу (это легко проверить, подсчитав общее количество атомов углерода и водорода в таких соединениях).

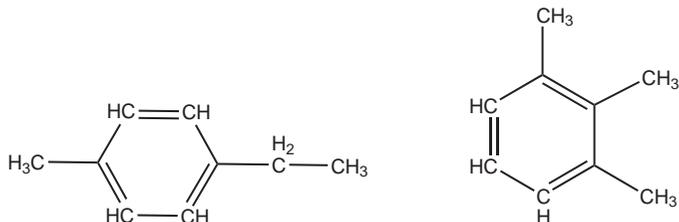
При бромировании ароматических соединений в присутствии катализаторов AlBr_3 или FeBr_3 происходит замещение атома водорода в бензольном кольце. Чтобы происходило образование только одного монобромпроизводного (вариант а), необходимо, чтобы все атомы водорода в кольце были эквивалентны. Такое возможно 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 оценивалась 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 ≥ 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 ≥ 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 оцениваются.

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 ≥ 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 ≥ 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 ≥ 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 ≥ 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 ≥ 6 баллов.

8. (рекомендована 10–11 классам)

Полное решение с указанием формулы карбонила $\text{Ni}(\text{CO})_4$ оценивается в 12 баллов.

Частичные решения — исходя из 12 баллов в зависимости от полноты решения.

Задача считалась решённой, если за неё набрано ≥ 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 ≥ 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 «e» (балл многоборья) ставились в соответствии со следующими критериями:

класс	сумма баллов для «e»	сумма баллов для «v»
≤ 5	≥ 1	≥ 3 (или ≥ 1 задачи)
≤ 6	≥ 2	≥ 4 (или ≥ 1 задачи)
≤ 7	≥ 2	≥ 4 (или ≥ 1 задачи)
≤ 8	≥ 4 (или ≥ 1 задачи)	≥ 7 (или ≥ 2 задач)
≤ 9	≥ 5 (или ≥ 1 задачи)	≥ 9 (или ≥ 2 задач)
≤ 10	≥ 7 (или ≥ 1 задачи)	≥ 11 (или ≥ 2 задач)
≤ 11	≥ 10 (или ≥ 2 задач)	≥ 18 (или ≥ 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 «неутоми-

мость» 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, например, 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 выводят 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 промокательная бумага.

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 покоящееся 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 органические 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 афототрофно. Она имеет хлоропласты и положительный фото-

таксис (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, подъяльник, зарази́ха** 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 хитина, 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 слу-

жить **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 формирования 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 спо-

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 свойственна 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 кишечнорастных 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 стае 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 пирании. Они способны эффективно охотиться только совместно. При этом совместно они могут одолеть даже крупную жертву.

Интересно, что в скоплениях рыбы 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 подстергать 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 пожить вкусными молодыми листиками, поэтому семья горилл постоянно перемещается 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 он проводит много времени, где-то мало. Обычно есть обособленные места отдыха, кормёжки, ночлега. Особь приспосабливает окружающие условия «под себя», повышая уровень комфорта. В результате жизне-

деятельности 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 территории. 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 завоевывать 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 пяточки земли на небольшом поле, куда каждый год слетаются птицы со всей округи. Самцы издаю звуки — «чужфыркают», 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 из 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, питающихся 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 полу-

шария: 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, придется либо обеспечить постоянное поступление кислорода, либо соответственно снизить потребности 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 бескислородного 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»)
≤ 4	—	≥ 0,5
≤ 5	≥ 1,5	≥ 2,5
≤ 6	≥ 2,5	≥ 3,5
≤ 7	≥ 4	≥ 6
≤ 8	≥ 5	≥ 7
≤ 9	≥ 6	≥ 8,5
≤ 10	≥ 8	≥ 11
≤ 11	≥ 8	≥ 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 роро¹⁴ в латинской транскрипции. Некоторые слова пропущены.

Диалекты:				Значение:
хисиу	делена	кивори	паитана	
....	aitau	....	....	<i>три</i>
aihi	aisi	aihi	aici	<i>лангуст</i>
cici	sis	čiči	cici	<i>мясо</i>
ebeoahi	ebeoasi	ebeoahi	ebeoaci	<i>он выбежал</i>
hiabu	siabu	hiabu	ciabu	<i>дым</i>
nihe	nite	nihe	nite	<i>зуб</i>
icu	....	....	icu	<i>нос</i>
maciu	....	....	....	<i>дерево</i>
moihana	moitana	moihana	....	<i>посмотри на него</i>
mahi	....	....	maci	<i>зверь</i>
cubu	subu	čubu	cubu	<i>трава</i>

Задание. Заполните пропуски. Поясните Ваше решение.

Примечание. č — особый звук языка роро.

2. Даны баскские¹⁵ 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.

¹⁴Язык роро относится к океанийской ветви австронезийской семьи языков. На нём говорит около 10 тысяч человек в Центральной провинции Папуа Новой Гвинеи.

¹⁵На баскском языке говорят 500–600 тысяч человек во Франции и Испании и около 170 тысяч человек в Латинской Америке. Родственные связи баскского языка не установлены.

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.

4. Даны глагольные формы на древнеэфиопском языке геэз¹⁶, записанные латинскими буквами, а также их переводы на русский язык:

геэз	перевод
tawalada	<i>он родился</i>
tawaladu	<i>они родились</i>
tawaladna	<i>мы родились</i>
tawaladkəmu	<i>вы родились</i>
qataləkəwo	<i>я убил его</i>
qataləkomu	<i>ты убил их (мужчин)</i>
qatalomu	<i>он убил их (мужчин)</i>
qatalon	<i>он убил их (женщин)</i>
qatalnon	<i>мы убили их (женщин)</i>
qataləkəməwon	<i>вы убили их (женщин)</i>
qataləwo	<i>они убили его</i>
qataləwomu	<i>они убили их (мужчин)</i>

Задание 1. Переведите на русский язык: *tawaladki*, *qataləkəwon*, *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.

¹⁶Геэз — 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.

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.

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.

хисиу	делена	кивори	паитана
h	s	h	c
c	s	č	c
h	t	h	t

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):

Диалекты:				Значение:
хисиу	делена	кивори	паитана	
<i>aihau</i>	aitau	<i>aihau</i>	<i>aitau</i>	<i>три</i>
aihi	aisi	aihi	aici	<i>лангуст</i>
cici	sis	čiči	cici	<i>мясо</i>
ebeoahi	ebeoasi	ebeoahi	ebeoaci	<i>он выбежал</i>
hiabu	siabu	hiabu	ciabu	<i>дым</i>
nihe	nite	nihe	nite	<i>зуб</i>
icu	<i>isu</i>	<i>iču</i>	icu	<i>нос</i>
maciu	<i>masiu</i>	<i>mačiu</i>	<i>maciu</i>	<i>дерево</i>
moihana	moitana	moihana	<i>moitana</i>	<i>посмотри на него</i>
mahi	<i>masi</i>	<i>mahi</i>	maci	<i>зверь</i>
cubu	subu	čubu	cubu	<i>травы</i>

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, hogeı — 20.

Числительные от 11 до 19 образуются от числительного 10 (*hamar*) путём присоединения числительных от 1 до 9: *hamasei* — 16,

hamazazpi — 17, *hamazortzi* — 18. В этих формах используется вариант *hama-* с отпадением конечного *r*.

Двузначные кратные 20 числительные, а именно 40, 60 и 80, образуются от 20 (*hoge*): *berrogei* — 40 («2 раза по 20») *hirurogei* — 60 («3 раза по 20»), *laurogei* — 80 («4 раза по 20»). В этих формах используется вариант *-rogei* с вставным *r*. Отметим, что 2 по-баскски будет *bi* (12, соответственно, *hamabi*), 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 десятичными.

Ответы.

Задание 1:

<i>berrogeita bi</i>	42
<i>laurogeita hiru</i>	83
<i>berrogeita hamasei</i>	56
<i>hirurogeita hamar</i>	70
<i>hogeita bost</i>	25
<i>laurogei</i>	80
<i>hirurogeita hamazortzi</i>	78
<i>berrogeita lau</i>	44
<i>hogeita hamazazpi</i>	37

Задание 2:

14	<i>hamalau</i>
53	<i>berrogeita hamahiru</i>
30	<i>hogeita hamar</i>

Задание 3:

<i>laurogeita hamabost</i>	95
<i>hirurogeita lau</i>	64
<i>hogeita zortzi</i>	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 спонами),
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.	<i>-ki</i>	1 л. мн. ч.	<i>-na</i>
2 л. ед. ч. м. р.	<i>-ka</i>	2 л. мн. ч.	<i>-kəti</i>
3 л. ед. ч. м. р.	<i>-a</i>	3 л. мн. ч.	<i>-i</i>

Суффиксы прямого дополнения имеют следующий вид:

3 л. ед. ч. м. р.	<i>-o</i>
3 л. мн. ч. м. р.	<i>-oti</i>
3 л. мн. ч. ж. р.	<i>-on</i>

При присоединении суффиксов дополнения к суффиксам подлежащего происходят фонетические преобразования:

$a + o$	\rightarrow	o
$u + o$	\rightarrow	$əwo$

Ответы.

Задание 1: *tawaladku* — я родился, *qatalkəwon* — я убил их (женщин), *qatalo* — он убил его.

Задание 2: ты родился — *tawaladka*, вы убили его — *qatalkətəwo*, 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 существование 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,
Выздоровливаю 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, будь, 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 напо-

ловину 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 полустихий 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 «Согляда-

тай» 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 незащитности 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 прошлое, 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 он составил свою «Новую жизнь»), поэты Пляды (в том числе Ронсар), Т. Уайет, Дж. Донн, Шекспир, Гёте, Гейне, Брюсов, Бродский (сонеты к Марии Стюарт). (Александра Дедю-

хина). 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 сонетной 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 пре-*

вращается 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: существование, 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 Камюэнса, 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 границы 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, сжёживание), которое возводит события личного характера в общепhilosophический 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 настает 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 — это (!) 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 бесовестно 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 режущее-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 воеет 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 твой? А что читаешь?
Хочешь, песенку тебе спою?
Спи, малютка, в сне и летаешь,
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 переплётe 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,
Забывших 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 плачú 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. Прочитрованы 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 «Лошадина фамилия» весь сюжет разворачивается вокруг фамилии лекаря Овсова, которую не может вспомнить приказчик. В пьесе Островского «Свои люди — сочтёмся» обсуждается отчество Ресположенского «Псойч». 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 Ивановича из «маленькой трилогии»; однако его брату Николаю Ивановичу фамилия Чимши-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 своеобразно 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 *fata* — 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 «Лошадина

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. (Наталя 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 внутренний 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, выполняявшие 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 Подмосковию, 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 осознаётся 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 втором — 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 — Подмоскowie, 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 отпущает 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 predisposedности 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 большие 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 весело-сухие, 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 Малюгина)

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 наvertело, как говаривала перед смертью Алёна Ивановна... Ср.: — Да что он тут наvertел! — 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, былль. 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 стремлении...», 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, глу-

биной чувства и философией Державина, написал свою «Грифельную оду». Откуда же «грифельный», «графический», «графологический» страх у Манделштама? 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. Схожая 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 умирающему 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: «берёжёт» — «храни». А что «берёжёт» 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 шутливую, игровую сторону постмодернистского текста замечена другими участниками конкурса.

Профессор, очевидно, засыпает после полного треволений 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 сумбура 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 Сюффрена в бухте Трафальгар. Неужели придётся вести испанские дивизии в Лион по суше — как Ганнибал вёл своих слонов против Рима? Нет, этот путь слишком долгод: 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 преподавал 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 захо-

лустье, 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 курса 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 тётку, 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 Монтекумы 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. Вся 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 Тициана — 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 комментариям.

Французская революция

Девятого Вандемьера Шестого года Республики¹ первый консул Огюстен¹ Робеспьер получил тревожную весть из Лиона. Тамошний наместник³ — Шарль Кулон² раскрыл заговор роялистов, готовых передать город в руки англичан! Их эскадра под командой Нельсона⁴ давно блокирует гавань Лиона⁴; 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 Суворова⁵. Как доставить в Лион нужные подкрепления? Кто может возглавить эту армию?

Гош⁶ и Бонапарт⁷ едва удерживают фронт на севере — против хитрого Карла, эрцгерцога Пруссии⁸. Невезучий Дюмурье^{9,21} со своим корпусом застрял в Египте¹⁰. Моро¹⁴ и Клебер¹⁰ успешно сражаются с Веллингтоном в Испании¹¹: они могут выделить пару дивизий для подавления мятежа в Лионе. Но англичане властвуют на море с тех пор, как Нельсон разгромил бездарного Сюффрена¹³ в бухте Трафальгар¹². Неужели придётся вести испанские дивизии в Лион по суше — как Ганнибал вёл своих слонов против Рима? Нет, этот путь слишком долгод: испанцы не успеют!

А что у нас есть в Париже? Курсанты Нормальной и Политехнической школ¹⁵ всегда готовы в бой; хитрец Фуше найдёт необходимое количество ружей и патронов. Но он не годен в командиры: ведь академики¹⁷ считают его убийцей Лавуазье¹⁶, а якобинцы не забыли, как Фуше голосовал против казни короля¹⁶! Нет, сейчас нужен генерал с безупречной репутацией патриота, со славой ярких побед. Где такого найти, кроме фронта? Не в тюрьме⁶ же искать!

А почему не в тюрьме? В Бастилии¹⁸ 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 Даву¹⁹! Он подавил мятеж в Тулоне, разбил генерала Блюхера²⁰ у Вальми²¹ — но приказал расстрелять за трусость кого-то из клиентов Робеспьера, и за это попал в Бастилию¹⁸. Надо дать ему шанс!

Так Пьер Луи Даву¹⁹ вновь вынырнул на поверхность революционного моря. Он быстро и жестоко расправился с мятежниками Лиона¹⁶ — а потом повернул войска на Париж²², объявив свирепого Робеспьера врагом Отечества. Эту авантюру поддержали командиры Рейнской армии: Ланн, Журдан, Бонапарт. Соединённые войска мятежников заняли Париж, не проливая крови²². Санкюлоты²³ не забыли расправу Робеспьера над их любимцем Дантоном²³!

Изумлённый Конвент во главе с беспринципным Мирабо²⁴ признал побеждённого Робеспьера тираном; вскоре его голова упала под гильотину. Генералы-победители²⁵ образовали новое правительство — Директорию²⁵. Фуше стал комиссаром²⁶ внутренних дел, а Монж был назначен президентом Академии Наук²⁷. Пост ректора Нормальной школы достался её первому питомцу — Жозефу Фурье²⁸, который вырвался из Египта и вернулся в родную науку. Только республиканец Карно²⁹ не пожелал служить новой военной хунте³¹. Он ушёл в отставку с поста военного министра и вернулся в родную Сорбонну³⁰. 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. Сюффрен — 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 Дюмуре.

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 Директории 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 нисан¹ второго года 123 олимпиады² учителю Платону исполнилось 60 лет³. Теперь он может стать членом афинской герусии⁴ и возглавить Академию, которую основал его учитель — Сократ. Давно пора это сделать! Внезапная смерть Сократа внесла разброд в дружину его учеников. Храбрый Ксенофонт⁵ покинул Афины и нанялся солдатом в поход царя Агесилая⁵ против персов. Хитроумный Аристотель⁶, мечтавший стать преемником Сократа⁶, основал своё независимое училище — Агору⁷. Умница Евклид⁸ сделался послушником при храме Аполлона в Александрии⁸: он дал обет молчания до тех пор, пока не записаны все диалоги, которые вёл Сократ со своими учениками. Даже Аристокл⁹ — любимый ученик Платона — вознамерился уплыть в Сицилию¹⁰...

Там архонт Дионисий¹¹ воздвиг храм в память святого Пифагора¹² и намерен открыть при нём школу для юных геометров. Говорят, что у Дионисия подрастает необычайно талантливый внук по имени Архимед¹³. Если так пойдёт дальше — славные Афины превратятся в научное захолустье¹⁵, как уже случилось со Спартой¹⁴! Нужно восстановить регулярные занятия¹⁷ геометрией и философией со всеми охочими афинянами: наверняка среди них есть новые Демосфены¹⁸ и Евклиды⁸!

Вот юный Тэтет. 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 Дерево¹⁹ — быть может, этой пятёрки¹⁹ 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 Демосфен¹⁸ — движение тел в пространстве?

Пифагор свёл решение любых уравнений²⁰ 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 массы²¹? Без такого знания Демосфен не в силах составить уравнения движений Луны²⁰ вокруг Земли и Земли вокруг Солнца. Диофант и другие химики²² тоже не могут угадать свойства атомов²³, наблюдая

добычу металлов из руд или их вытравливание кислотами²⁴! Тут нужна помощь философа. . . А такой в Афинах один: сам Платон²⁵. 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 атомов²⁶ со свойствами богов²⁷, которые проявляются в поступках людей — и потому доступны пониманию историков и писателей. Так было восстановлено в Элладе единство математического и гуманитарного знания²⁹, утраченное полувеком раньше — когда Фалес и Пифагор поссорились²⁸, 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 измерения 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 Батые до Мамаея, 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 Батыея, 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 Батыея 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 сообщил, что старше этих дубов икона Владимирской богородицы (начало 12 века), а ещё намного старше — любой каменный топор в Историче-

ском 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 лица 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. Семён 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 удалцам 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 Цинны. 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 нехватило 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 претором). 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 бурей 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 удаленные¹⁷ 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

¹⁷У звёзд — ближайших соседей Солнца — планет скорее всего нет.

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 лучи¹⁸ 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, 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 направление¹⁹ на Солнце.

◇ Угловое расстояние²⁰ от Луны до Солнца можно определить по

¹⁸То есть имеется в виду угол между направлениями Луна–Земля и Луна–Солнце.

¹⁹Направлением в этом случае астрономы называют не реальное направление, а указание, в каком месте неба (с какой стороны от Луны) нужно «искать» Солнце

²⁰А вот зная условное «направление» и угол, в котором нужно переместиться по небу в этом «направлении», мы найдём на небе соответствующую точку. Указав

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 ушерба 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).

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.

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.

(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. \diamond 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 проводиться по большому кругу сферы (плоскость, в которой находятся Солнце, Луна и наблюдатель), а не вдоль горизонта, как мы это интуитивно делаем. \diamond 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».²¹

²¹ 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».

◇ Поскольку размеры таких неоднородностей пренебрежимо малы по сравнению с расстоянием до Солнца, то с точностью до угловых размеров Самого 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 масштаба²² (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

2. Более крупные неоднородности (например, более плотные и «тёмные» фрагменты облаков) отбрасывают «тени», которые наблюдаются в виде более тёмных линий в сияющем 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.

²² «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 подобранных параметрах атмосферы, расположении облаков и т. п.

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 (температура на её поверхности составляет около 700 К), 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.

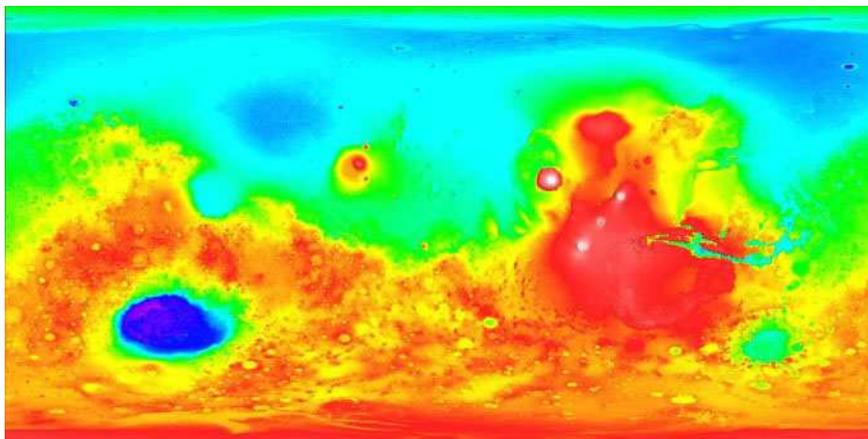


Рисунок 1. Полная карта рельефа поверхности Марса. Карта построена в прямоугольной проекции широта–долгота. Верхний край изображения соответствует одной точке реальной поверхности Марса — «Северному полюсу», нижний край — «Южному полюсу», правый и левый края — одному и тому же меридиану. Длина экватора Марса (горизонтальный размер карты) состав-

ляет 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).

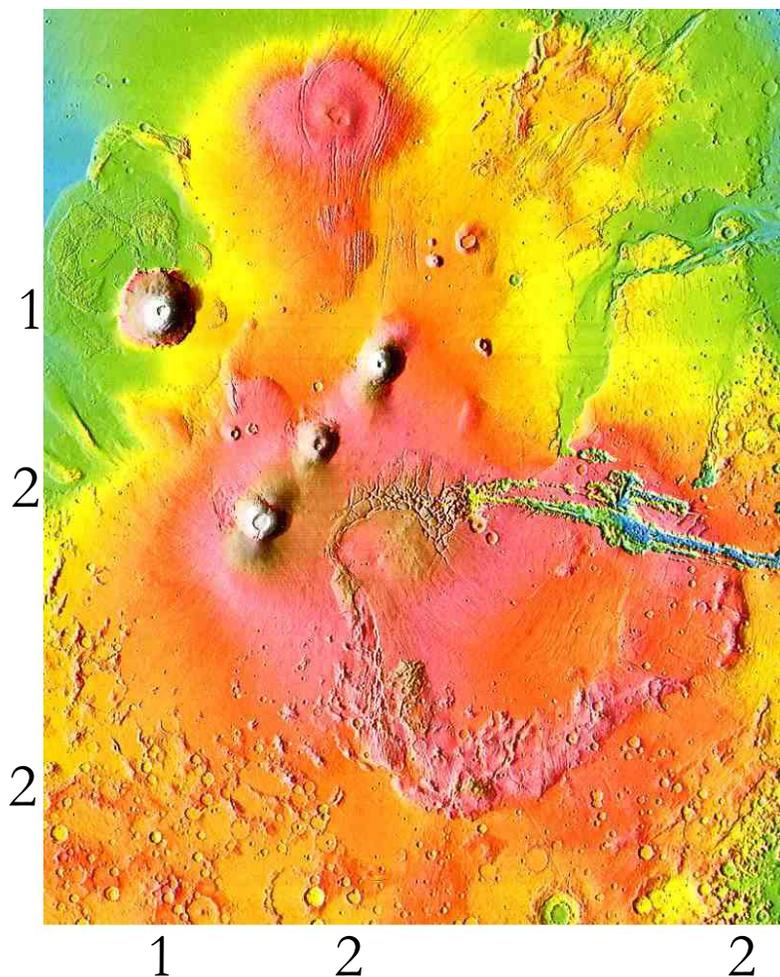


Рисунок 2. Фрагмент карты рельефа поверхности Марса. Цифрами «1» отмечено положение (широта и долгота) горы Олимп, цифрами «2» — примерные границы области (возвышенности) Тарсис. С северной (верхней по карте) стороны области Тарсис находится долина Маринера — узкое прямолинейное углубление. Следует отметить, 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.

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 разрушил и обеднил его атмосферу, растопил большую 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 материками — 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 материка, 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 материка 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 успеваает 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 судождения 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 приблизиться 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 — само-

стоятельно, 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 твэнти])». 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 Твен²³, 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?

²³Написание его псевдонима было Mark Twain, что несколько отличается от простого сокращения mark twen.

В России аналогичная проблема судовождения возникает на многих малых и средних реках, озёрах и водохранилищах, берега которых также часто низкие и отмелье. Постоянное измерение глубин у нас не производится, поскольку фарватер достаточно постоянен, а судоводные 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 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 ($0,9 \text{ г/см}^3$) меньше плотности воды (пресной и, тем более, солёной).

◇ Наибольшая плотность пресной воды достигается при $+4\text{ }^{\circ}\text{C}$, 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 $0\text{ }^{\circ}\text{C}$. Значит, в какой-то момент температура на поверхности была равна $+4\text{ }^{\circ}\text{C}$. 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 $+4\text{ }^{\circ}\text{C}$ — из-за дождя, прогрева мелководных участков, занесена течением и т. п. — при перемешивании образуется вода температуры $+4\text{ }^{\circ}\text{C}$, 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 поверхностных 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 $+2\text{ }^{\circ}\text{C}$, замерзание морской воды происходит при отрицательных температурах, более низких для больших концентраций солей (например, температура воды при катастрофе «Титаника» составляла $-2\text{ }^{\circ}\text{C}$, 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 течения 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 бескислородную 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 Каспийское²⁴ и Средиземное моря. Каспий зимой замерзает в северной части, поэтому полностью насыщается кислородом. Средиземное море находится на грани кислородного голодания. Однако у него, во-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 бескислородный 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 Красное море глубже, чем на 1500 м, у него это не получилось, несмотря на все усилия его винтов: в зоне

²⁴Формально это и не море, а озеро.

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 малоприспособный 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. \diamond 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. 33.)²⁵

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

²⁵ В этой задаче речь идёт о взаимодействии заряженных металлических шариков, однако качественно описание ситуации применимо и к заряженным каплям воды.

на небе) «растаскивают» электрические заряды, создавая тем самым условия для возникновения грозы. Дальше эти капли скорее всего упадут на землю, и станут называться 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.)

2. Что в результате этого происходит? ◇ Когда грозовое облако проходит над поверхностью земли, положительные заряды в его нижней части²⁶ 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

²⁶Здесь 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».

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 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 дополни-

тельные 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 откры-

того 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 громотводом), 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 отличие 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 °С), 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 местности²⁷). Случаются они как правило из-за мощных пришедших 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.

²⁷ 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.

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 тёплой²⁸. 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, 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 бурей 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

²⁸Так, по многим календарным датам этой зимы были зафиксированы рекордно высокие температуры за всю историю регулярных метеорологических наблюдений в Москве

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 \diamond) 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»
≤ 5	≥ 5 (или ≥ 1 задания)	≥ 10 (или ≥ 1 задания)
≤ 6	≥ 6 (или ≥ 1 задания)	≥ 11 (или ≥ 1 задания)
≤ 7	≥ 6 (или ≥ 1 задания)	≥ 12 (или ≥ 1 задания)
≤ 8	≥ 7 (или ≥ 1 задания)	≥ 14 (или ≥ 1 задания)
≤ 9	≥ 8 (или ≥ 1 задания)	≥ 15 (или ≥ 2 заданий)
≤ 10	≥ 9 (или ≥ 1 задания)	≥ 16 (или ≥ 2 заданий)
≤ 11	≥ 10 (или ≥ 2 заданий)	≥ 17 (или ≥ 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.

Оглавление

Предисловие	3
Конкурс по математике	10
Задания	10
Решения к заданиям конкурса по математике	11
Критерии проверки и награждения	14
Конкурс по математическим играм	16
Условия игр	16
Комментарии и решения математических игр	17
Рекомендации для организаторов конкурса по математическим играм	25
Конкурс по физике	26
Задания	26
Ответы и решения к заданиям конкурса по физике	28
Критерии проверки и награждения	39
Конкурс по химии	41
Задания	41
Решения задач конкурса по химии	43
Критерии оценок и награждения	54
Конкурс по биологии	57
Задания	57
Ответы на вопросы конкурса по биологии	58
Критерии проверки и награждения.	73
Конкурс по лингвистике	74
Задачи	74
Решения задач конкурса по лингвистике	76
Критерии проверки и награждения	79
Конкурс по литературе	80
Задания	80
Ответы и комментарии к заданиям конкурса по литературе	83
Конкурс по истории	105
Вопросы и задания	105

Ответы, решения и комментарии к заданиям конкурса по исто- рии	108
Обзор результатов	120
Конкурс по астрономии и наукам о Земле	125
Вопросы	125
Ответы и комментарии к вопросам конкурса по астрономии и наукам о Земле	126
Критерии проверки и награждения	153

ISBN 978-5-94057-273-2



9 785940 572732 >

XXIX Турнир

имени М. В. Ломоносова



1 октября 2006 года

Задания. Решения. Комментарии