

31-й Турнир им. М. В. Ломоносова 28 сентября 2008 года.
Задания. Решения. Комментарии / Сост. А. К. Кулыгин. — М.:
МЦНМО, 2009. — 204 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), С. Д. Варламов (физика), Т. С. Гейдер (математика), Т. И. Голенищева-Кутузова (математика), М. Э. Дворкин (математические игры), А. А. Жаров (биология), Т. О. Зверева (биология), И. Б. Иткин (лингвистика), М. В. Калякин (биология), Т. В. Караваева (математика), И. А. Кобузева (биология), Е. И. Кудрявцева (биология), Ю. Г. Кудряшов (математика), К. Н. Куличенкова (биология), А. К. Кулыгин (физика, астрономия и науки о Земле), С. В. Луцкеина (химия), С. В. Маркелов (математика), А. А. Морковин (биология), Е. Г. Петраш (биология), А. Ч. Пиперски (лингвистика), И. В. Раскина (математика, математические игры), А. М. Романов (астрономия и науки о Земле), З. П. Свитанько (химия), Ал-др. Н. Семёнов (биология), Андр. Н. Семёнов (биология), П. В. Сергеев (математика), С. Г. Смирнов (история), А. Н. Ступникова (биология), Б. Р. Френкин (математика), А. В. Хачатурян (математические игры), И. К. Чернышёва (литература), Н. А. Шапиро (литература), Н. М. Шитова (лингвистика), И. В. Яценко (математика).

*Турнир проведён при поддержке Департамента
образования города Москвы (программа «Одарённые дети»),
компании «Яндекс», Благотворительного фонда содействия образованию «Дар»,
Русского фонда содействия образованию и науке.*

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.mccme.ru/olympiads/turlom/> (www-сервер МЦНМО).

XXXI Турнир имени М. В. Ломоносова

28 сентября 2008 года

Задания. Решения. Комментарии

Москва

Издательство МЦНМО

2009

Предисловие

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Ещё раз отметим, что на Ломоносовском турнире главное — не соревнование, а то, что участники турнира узнают и чему научатся на 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 кружков олимпиад на учебный год; в этом году, к сожалению, во время турнира расписание олимпиад также было известно не полностью).

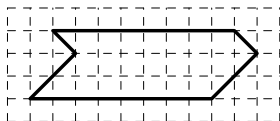
Сборник заданий и решений Ломоносовского турнира традиционно дарится всем участникам ближайшего московского Математического праздника для 6–7 классов (который состоится 15 февраля 2009 года), а также школьникам, которые будут награждены за успешное выступление на следующем Ломоносовском турнире.

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

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

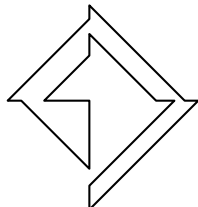
В данном сборнике содержатся все задания, ответы и комментарии к ним всех конкурсов турнира по разным предметам, а также статистика результатов, дающая представление о вариантах по предметам в целом и отдельных заданиях с точки зрения школьников (насколько эти задания оказались сложными, интересными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

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



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

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



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

Математические игры также возникают в самых разных областях — и в экономике (конкуренция — как игра по определённым правилам), и во многих других случаях. Например, пройденные на уроках способы решения задач можно считать «правилами игры», а школьника — участником игры, которому нужно «выиграть», решив предложенную задачу (правда, одна из основных трудностей такого подхода — понять, с «кем» именно и по каким правилам ведётся игра). Игрой (математической) можно считать и общение с компьютером с целью добиться от него определённого результата — и вовсе не обязательно в игровой программе. Игры по правилам могут быть и спортивными (шахматы, шашки, крестики–нолики и т. п.), и учебными, демонстрирующими определённые математические идеи (анализ с конца, симметрия и др.), и просто интересными.

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

Прочитав условие (правила) какой-нибудь игры, многим школьникам конечно же захочется в неё поиграть. И это можно сделать прямо на устном конкурсе! Заодно устная форма проведения конкурса по математическим играм (которая рекомендуется жюри и была реализована во многих местах проведения турнира) позволяет младшим школьни-

кам не делать случайных ошибок в непривычных по форме заданиях (принимая задачу устно, всегда можно переспросить и поправить отвечающего) и вообще не растеряться, записывая письменное решение.

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

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

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

Другое задание биологического конкурса (№ 1) посвящено удивительным светящимся морским животным. Оказывается, их насчитывается несколько сотен видов. И светятся они по самым разным соображениям — чтобы осветить себе путь на большой глубине или в пещере, куда не попадает солнечный свет, чтобы вспышкой света напугать или сбить с толку врага, который может съесть, или же, наоборот, приманить добычу на светящуюся «удочку». Некоторые животные с помощью света общаются между собой, а другие светятся и вовсе случайно (например, наевшись других светящихся организмов).

В задании № 7 конкурса по **химии** рассмотрено несколько необыч-

ное поведение плотности водного раствора уксусной кислоты в зависимости от концентрации, связанное со сложным строением раствора, образованием в нём пространственных структур за счёт водородных связей между молекулами.

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

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

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

По классам количество участников и победителей распределилось следующим образом:

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

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

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

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

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

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

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

лицей № 1568					25	19	10	4	7	65	М 40; Ф 28; И 22; Аст 11; Х 4; ЛИН 4; Б 3; Миг 1
центр образования «Пятьдесят сельская школа»					3	7	17	14	24	65	М 29; М 26; ЛИН 16; Б 14; Ф 13; Аст 9; Х 8; Л 8; Миг 3
школа № 192					2	1	11	6	12	53	Б 32; М 17; Х 15; Ф 12; И 7; Аст 5; ЛИН 4; Миг 2; Л 2
гимназия № 2 г. Раменское Московской обл.					10	21	9	4	5	49	Ф 22; Б 17; И 16; М 15; Аст 5; Х 2; ЛИН 2
Лига школ № 1199					12	11	13	6	5	47	Б 25; И 19; ЛИН 19; М 13; Аст 10; Л 9; Ф 5; Х 2; Миг 1
лицей № 1580						5	9	5	21	40	Ф 17; И 14; М 13; Б 9; Аст 8; ЛИН 3; Миг 1; Х 1
гимназия № 1534					1	23	3	5	1	37	М 26; Ф 11; И 10; Аст 6; Б 5; ЛИН 2
центр образования № 548 «Царицыно»					2		5	10	5	33	И 14; Б 13; Аст 7; Х 6; Ф 4; М 3; ЛИН 3; Л 3
центр образования № 218					5	9	3	5	11	33	М 17; Ф 10; И 9; Миг 5; Х 5; Б 5; ЛИН 5; Аст 3; Л 3
гимназия № 1538					9	6	5	7	2	31	Б 17; М 15; И 6; Ф 4; Аст 4; Миг 1; ЛИН 1
гимназия № 1518					3	9	6	6	4	31	М 17; И 8; Аст 8; Б 6; Ф 5; ЛИН 3; Х 2; Л 1
школа № 82 Российской академии образования (г. Черноголовка Московской обл.)					9	9	7	3	2	30	Б 17; Ф 11; М 9; И 8; Аст 5; Миг 3; ЛИН 2; Л 1
гимназия № 1554					6	7	8	3	4	29	И 17; М 13; Ф 10; Аст 10; Б 5; Х 3; Л 2; Миг 1; ЛИН 1
лицей № 1564					7	6	5	3	7	28	Ф 13; М 10; Аст 9; Б 8; И 7; Х 3; ЛИН 3
школа № 520					1	4	6	1	14	27	Б 23; М 5; Аст 4; Ф 3; И 2; Х 1; ЛИН 1

лицей № 1557					2	6	2	4	7	27	М 22; Ф 16; Б 4; ЛИН 4; И 3; Аст 3; X 2; Мир 1
лицей № 1547	1	1	2	1	6	5	9	25	Ф 12; И 9; М 7; Б 6; X 2; ЛИН 2; Аст 2; Л 1		
Гимназия «Дмитров» г. Дмитров Московской обл.	3	12	2	1	1	3	3	25	М 18; Б 10; И 6; X 4; Аст 3; Ф 2; Л 1		
лицей № 7 г. Электросталь Московской обл.	1	4	4	5	5			24	И 10; X 8; М 6; Ф 5; Б 5; Аст 2		
лицей «на Донской» № 1553			8	1	5	4	6	24	Б 8; М 7; ЛИН 7; Ф 6; И 5; X 4; Аст 3; Мир 1; Л 1		
лицей № 1533				3	8	9	4	24	Ф 12; Аст 8; М 7; И 7; ЛИН 7; Б 2; Мир 1		
гимназия № 1544	5	2	6	8	1	1		23	М 12; Б 8; Ф 6; И 5; Аст 2; Л 2; X 1; ЛИН 1		
школа № 1 г. Фрязино Московской обл.		5	5	3	2	3	4	22	М 9; Б 9; Ф 6; И 5; Л 4; X 2; Аст 1		
школа № 152			2	12	4		3	1	22	Ф 15; М 12; И 10; Б 5; X 1	
гимназия № 7 г. Раменское Московской обл.		6	7		4	4	1	22	М 13; Б 8; И 6; Ф 4; Аст 2; X 1; ЛИН 1		
гимназия № 1506		4	9	1	3	3	1	21	М 11; И 5; Б 5; Л 5; Ф 4; X 2; ЛИН 1; Аст 1		
лицей № 1537			2	8	2	3	6	21	М 10; Ф 10; Б 5; Аст 4; И 2; ЛИН 2; X 1		
гимназия № 1516			7	7	3		4	21	Б 9; Ф 8; М 7; И 4; X 2; ЛИН 1; Аст 1; Л 1		
Физико-техническая школа г. Обнинск Калужской обл.				8	3	2	8	21	Б 9; X 8; М 7; Мир 5; Ф 4; Аст 4; И 1; ЛИН 1		
Гимназия г. Троицк Московской обл.	7	4	1	3	2	1	2	20	М 13; Б 7; И 4; Аст 4; Мир 1; Ф 1; ЛИН 1		
школа № 618		10	4	4	2			20	М 11; Б 9; И 5; Ф 4; Аст 2; X 1		

школа № 12 г. Электросталь Московской обл.				2	11	4	2	1	20	М 12; Б 10; И 5; Ф 3; Х 1; Аст 1
школа № 1018			4	5	7	4		3	19	М 15; Аст 5; Ф 3; И 3; Лин 3; Б 2; Л 1
школа № 1353			3	7	4		3	4	18	М 8; Б 8; Ф 2; Лин 2; Х 1; И 1; Л 1
школа № 1201	2		3	4	8				17	Аст 9; И 6; Б 6; Ф 3; М 2; Х 1; Лин 1
центр образования № 1811 «Измайлово»			6	11					17	М 15; Б 8; Ф 3; И 3; Л 3
Лицей г. Фрязино Московской обл.			1	7	1	5	3	1	17	М 9; Б 6; Ф 5; Лин 4; Л 4; Х 3; И 2; Аст 1
школа № 463			1	2	5	1		7	16	М 12; Ф 7; Б 5; И 3; Лин 1; Аст 1
школа № 22 г. Электросталь Московской обл.			6	6			7	3	16	Б 13; М 11; И 3; Ф 1; Лин 1; Аст 1; Л 1
школа № 25			12				1	1	2	М 13; Миг 5; Ф 5; Б 4; Лин 4; И 2; Аст 2; Х 1
школа № 91 Российской академии образования (г. Москва)			2				2	2	10	М 9; Лин 6; Ф 4; Х 3; Б 3; И 1; Аст 1; Л 1
школа № 1299	1		3	6	3	1	3	1	15	И 11; Аст 6; М 5; Ф 2; Лин 2; Б 1; Л 1
гимназия № 21 г. Электросталь Московской области			4	4	5	2	4		15	М 11; Б 5; И 4; Ф 2; Х 2; Лин 2; Аст 1; Л 1
школа № 15 г. Электросталь Московской области	1		3	3	5	5			14	М 15; Б 8; Аст 3; И 2; Лин 1
Гимназия «Пуццино» г. Пуццино Московской обл.			1	1	5	2	5	1	14	Б 7; М 5; И 5; Ф 4; Лин 2
гимназия № 1583			3	3	8			3	14	Б 8; И 6; М 5; Ф 2; Х 1
лицей № 1501			3				3	2	6	Ф 7; М 5; Лин 3; Х 2; Б 2; Аст 1
школа № 6 г. Мытищи Московской обл.	1		2	2	5		5	5	13	М 4; Ф 4; Миг 2; И 2; Б 2; Аст 2; Лин 1
школа № 354			2				9	1	13	Ф 11; М 6; Б 4; Х 1; И 1

школа № 827						3	3	3	4	13	Б 9; И 3; М 2; Ф 2; Х 1; Лин 1; Аст 1; Л 1
гимназия № 1565	4	1	2	1	2	1	2	1	1	12	М 7; Ф 4; И 4; Аст 3; Х 2; Б 2; Л 1
школа № 1223	1	4		3	1	1	1	1	2	12	Б 9; М 5; И 2; Миг 1; Ф 1; Х 1; Лин 1; Аст 1
центр образования № 422			1	11						12	И 6; М 4; Ф 4; Х 2; Б 2
Внуковская сельская гимназия пос. Внуково Ленинского р-на Московской обл.			5	2	2				3	12	Б 8; И 5; Ф 4; М 2; Х 2
школа № 1981			2	7	3					12	Ф 10; Б 5; М 3; Аст 1
лицей № 1525 «Воробьёвы горы»				2	3	3	4			12	Ф 5; И 4; М 2; Лин 2; Х 1; Б 1; Л 1
лицей № 15 г. Саров Нижегородской обл.				5					7	12	М 9; Ф 7; Б 5; Лин 3; И 1
лицей № 1586				1	4	3	4			12	Х 7; Б 3; Аст 3; М 1; Ф 1; Л 1
лицей № 6 г. Дубна Московской обл.				5	3	4				12	И 5; М 4; Б 4; Ф 3; Х 3; Лин 2; Аст 2; Л 1
Московский химический лицей № 1303				7	1		4			12	Х 10; Ф 4; М 3; Лин 3; Миг 1; И 1; Б 1; Аст 1
школа № 54	1		2	4	3	1				11	М 6; Ф 4; Аст 2; Миг 1; И 1; Б 1
школа № 412		2	1	4	1	2	1			11	Б 8; М 7; Ф 1
центра образования № 1434		1	1	6			3			11	Аст 6; М 3; И 3; Ф 1; Б 1; Лин 1
школа № 176		1	10							11	М 8; Ф 6; И 4; Б 1
гимназия № 1505		2	8	1						11	М 6; И 4; Б 3; Л 2
Лицей научно-инженерного профиля № 4 г. Королёв Московской обл.			2	2	6	1				11	Б 7; М 4; Ф 2; Аст 2; Миг 1; Лин 1
лицей № 1511										11	Ф 5; М 4; Б 4; Аст 3; И 2; Лин 2; Х 1
Гимназия г. Обнинск Калужской обл.				3	8					11	Б 6; И 3; Лин 2; Ф 1; Х 1; Аст 1

Сергиево-Посадская гимназия г. Сергиев-Посад Московской обл.									11	И 8; Б 4; X 2; Л 1
школа № 601	5	3	1	1					10	М 6; И 6; Б 4; Аст 3; X 1
Филипповская школа (г. Москва)	3	3	2		1	1		1	10	М 5; Лин 3; Аст 3; Б 2; Ф 1; И 1
школа № 155	1		3	1	4	1		1	10	Б 6; И 5; М 3
центр образования № 1678			2	4	1	1	1	1	10	М 6; И 5; Б 4; Ф 1; Аст 1; Л 1
лицей № 2014					1	7	2		10	Б 5; Аст 5; И 4; М 1; Ф 1; Лин 1
школа № 75 г. Черноголовка Московской обл.							10		10	Б 5; М 4; Ф 4; Л 2; И 1; Аст 1
гимназия № 45			1	1	6	1	1	1	10	И 8; М 6; Б 4; Аст 3; Ф 2; X 2; Лин 2
Гимназия «Логос» г. Дмитров Московской обл.			4	4	1	1		1	10	М 9; И 3; Б 2; X 1; Л 1
Московская экономическая школа			3	5	1	1		1	10	Б 5; И 4; Аст 4; М 1; Ф 1

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

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

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

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

Открытая публикация полных результатов — ещё одна из традиций турнира. Именно на этом этапе выясняется и исправляется большое количество недоразумений и ошибок. Полная таблица результатов опубликована в интернете по адресу <http://www.mccme.ru/olympiads/tur1om/2008>. Эта таблица содержит регистрационные номера участников, классы и полный набор оценок по каждому заданию каждого предмета¹.

Также опубликована компьютерная программа, по которой жюри подводит итоги турнира, и её исходный текст. Любой желающий может

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

эту программу проверить и, обнаружив ошибку, сообщить об этом в жюри турнира.

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

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

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

Оргкомитет благодарит всех, кто в этом году принял участие в организации турнира. По нашим оценкам это более 500 человек — сотрудников и 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, подготовке к печати настоящего сборника материалов турнира.

Кроме вышеупомянутых организаций, непосредственно проводивших турнир на своей территории в Москве и других городах, оргкомитет благодарит также следующие организации: Московская городская Дума, Департамент образования города Москвы, Российская Академия наук, Московский институт открытого образования, Оргкомитет

международного математического Турнира городов, Московский центр непрерывного математического образования, Независимый московский университет, Российский государственный гуманитарный университет, Московский государственный технический университет, Компьютерный супермаркет НИКС, Компания «Яндекс», Социальное партнёрство развития Брянской области, оказавшие существенную помощь оргкомитету и непосредственно организаторам турнира на местах.

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

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

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

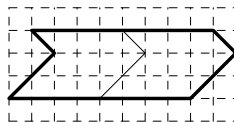
Конкурс по математике

Задания

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

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

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



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

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

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

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

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

6. (10–11) Египтяне вычисляли площадь выпуклого четырёхугольника по формуле $(a + c)(b + d)/4$, где a , b , c , d — длины сторон в порядке

обхода. Найдите все четырёхугольники, для которых эта формула верна.

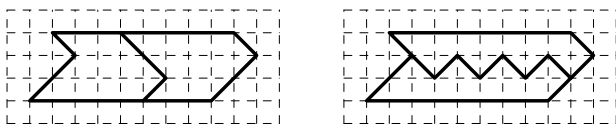
7. (10–11) Нарисуйте многоугольник и точку на его границе так, что любая прямая, проходящая через эту точку, делит площадь этого многоугольника пополам.

Решения к заданиям конкурса по математике

1. Полдень наступит через 6 часов. За это время Танины неисправные часы отстанут на $5 \text{ минут} \cdot 6 = 30 \text{ минут}$. Чтобы в полдень показания часов оказались верными, сейчас (в 6 часов утра) нужно добавить лишние полчаса, то есть поставить часы на 6 часов 30 минут.

Ответ. Часы надо поставить на 6 часов 30 минут.

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



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

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

Произведя операции в обратном порядке, найдём число клякс:

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

Буратино получил число

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

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

4. Решение 1, которое мог бы придумать обычный покупатель.

Видно, что один диск стоит 20 руб. Будем заполнять ещё одну строчку таблицы, записывая в неё стоимость покупки, при использовании уже «выявленных» упаковок.

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

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

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

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

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

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

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

за 265 рублей при этом купив 1 диск за 20 — то мы бы могли купить не менее 22 дисков за $265 - 20 = 245$ рублей, чего по условию мы сделать не можем. Значит, покупая 23 диска, мы использовали только новую упаковку.

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

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

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

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

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

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

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

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

10 дисков.

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

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

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

Итак, мы установили 2 типа упаковок:

- 1) 111 рублей за 10 дисков (11,1 рублей за диск);
- 2) 265 рублей за 25 дисков (10,6 рублей за диск).

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

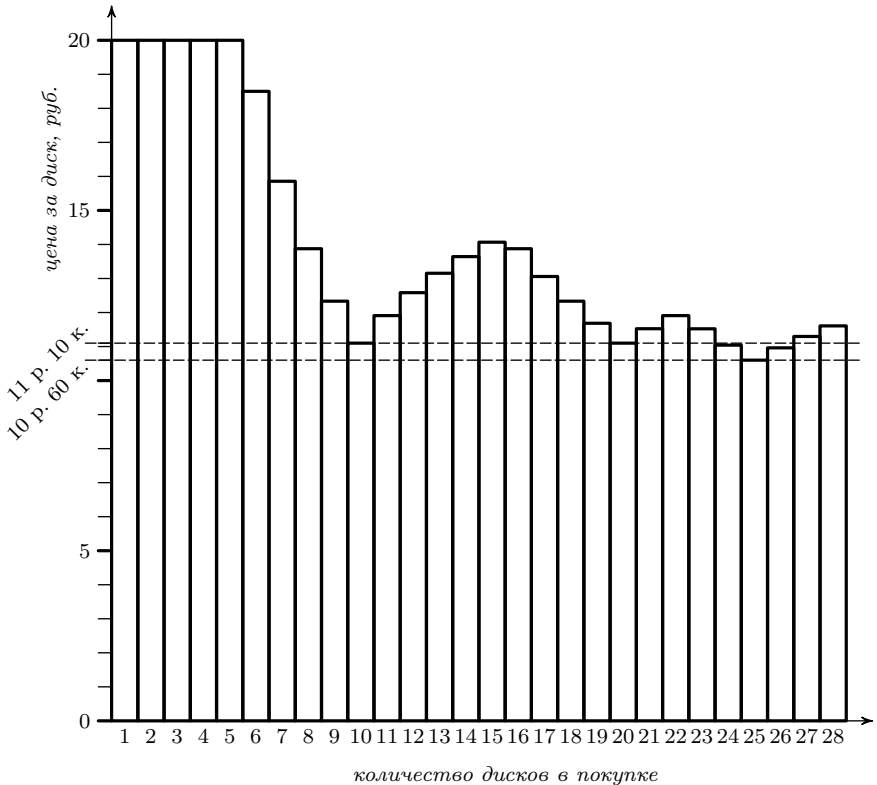
Выясним оптимальную цену покупки 29 дисков. Эту покупку можно разбить на 20 дисков (оптимальная цена по условию 222 рубля) и 9 дисков (оптимальная цена по условию 111 рублей), итого оптимальная цена не более 333 рублей. Эта цена может быть реализована покупкой трёх упаковок по 10 дисков.

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

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

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

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



Мы видим на графике три «провала» — это и есть то, что нам нужно. Два первых «провала» (минимума) при этом соответствуют одной и той же цене диска 11,10 руб., то есть одному и тому же типу упаковки, а ещё один минимум — другому типу упаковки.

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

Ответ. В продаже имеются:

- 1) одиночные диски по цене 20 рублей;
- 2) упаковки по 10 дисков по цене 111 рублей за упаковку;
- 3) упаковки по 25 дисков по цене 265 рублей за упаковку.

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

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

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

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

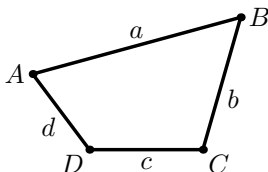
Поскольку из чисел одного знака в результате их перестановки нельзя получить числа разных знаков, ответ на вопрос задачи — отрицательный.

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

Ответ. Таких чисел не существует.

6. Раскроем скобки в «египетской» формуле. Получим

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



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

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

А разрезав по другой диагонали, получаем

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

То есть

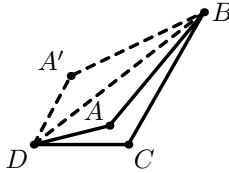
$$2S = \frac{1}{2}(ab \sin \angle B + cd \sin \angle D + ad \sin \angle A + bc \sin \angle C)$$

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

Приравняв этот результат и «египетский», получаем

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

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



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

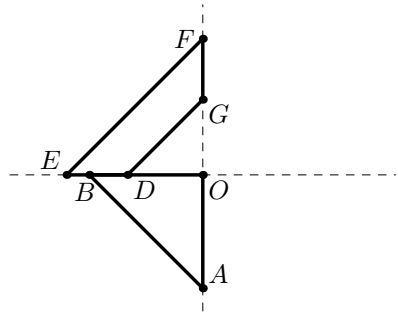
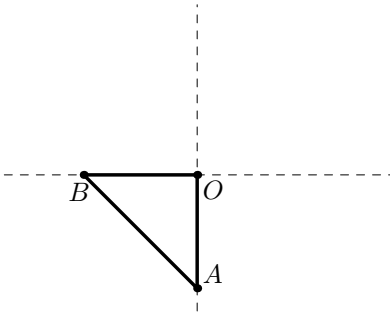
Комментарий. При решении этой задачи можно и не использовать понятие синуса. Действительно, рассмотрим треугольник, построенный на сторонах a и b . Пусть h — высота, опущенная на сторону a . Тогда $h \leq b$, и площадь треугольника равна $\frac{1}{2}ah \leq \frac{1}{2}ab$. Равенство выполнено в точности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

Ответ. Формула верна для прямоугольников и только для них.

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

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

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



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

Из условия равенства площадей

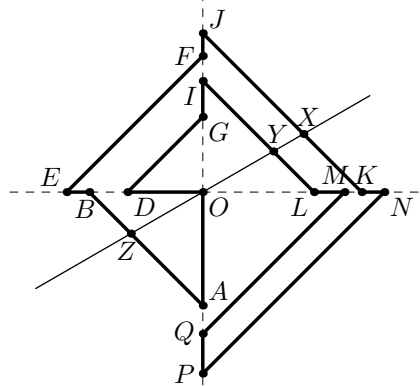
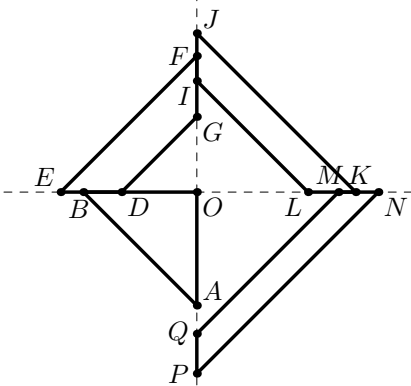
$$S(\triangle OAB) = S(DEFG) = S(\triangle OEF) - S(\triangle ODG)$$

$$\frac{1}{2}OB^2 = \frac{1}{2}OE^2 - \frac{1}{2}OD^2$$

$$OE^2 = OB^2 + OD^2$$

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

Аналогичным образом построим трапеции $IJKL$ и $MNPQ$. Отрезки OA и QP при этом не должны пересекаться, что можно обеспечить соответствующим выбором расположений трапеций. На приведённом рисунке $OA = OB = 5$, $OE = OF = 6$, $OJ = OK = 7$ и $ON = OP = 8$, в том, что OA и QP не пересекаются, а остальные соседние боковые стороны треугольника и трапеций, наоборот, частично совпадают, можно убедиться с помощью непосредственных вычислений.



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

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

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

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

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

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

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

Задания конкурса по математике предложили и подготовили:

№ 1 — Т. С. Гейдер;

№ 2 — С. В. Маркелов;

№ 3 — И. В. Раскина;

№ 4 — И. В. Яценко, Т. И. Голенищева-Кутузова, Ю. Г. Кудряшов;

№ 5 — Б. Р. Френкин;

№ 6 — П. В. Сергеев;

№ 7 — С. В. Маркелов.

Критерии проверки и награждения

Было предложено 7 заданий.

По результатам проверки каждого задания ставилась одна из следующих оценок:

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

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 (оценки высылаются школьникам по электронной 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 награждении **учитывались только задачи своего и более старших классов**. Задачи, предназначенные для более младших классов (чем тот, в котором учится участник турнира), проверялись и оценивались, но не учитывались при награждении².

Задача считалась решённой³, если за неё поставлена оценка «+!», «+», «+.» или «±».

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

²В некоторых случаях жюри не выставляло учащимся 11 класса оценки за решение задач для младших классов — в связи с тем, что простые задачи для младших школьников технически трудно проверить на уровне серьёзности 11 класса.

³Для младших школьников фактически также принималась во внимание оценка «+/2», которая в большинстве случаев соответствует ситуации, когда школьник фактически решил задачу, но не может записать математически грамотное решение — просто потому, что у него ещё нет необходимой математической культуры и опыта.

1. в любом классе не менее 1 решённой задачи (оценка не хуже «±»);
2. класс ≤ 10 и не менее 1 оценки не хуже «+ / 2».

Оценка «v» (грамота за успешное выступление на конкурсе по математике) ставилась в каждом из следующих случаев:

1. в любом классе не менее 2 решённых задач (оценка не хуже «±»);
2. класс ≤ 5 и не менее 1 оценки не хуже «+ / 2»;
3. класс ≤ 7 и не менее 2 оценок не хуже «+ / 2»;
4. класс ≤ 10 и не менее 1 оценки не хуже «±» и ещё не менее 1 оценки не хуже «+ / 2».

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

Статистика

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Конкурс по математическим играм

Условия игр

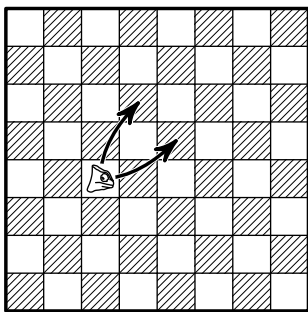
Выберите игру, которая Вас больше заинтересовала, и попробуйте придумать для одного из игроков (первого или второго) стратегию, гарантирующую ему победу независимо от ходов соперника. Постарайтесь не только указать, как следует ходить, но и объяснить, почему при этом неизбежен выигрыш. Ответ без пояснений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

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

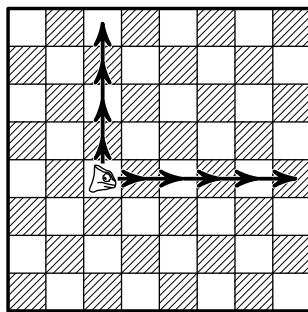
1. «Конфеты». Малыш и Фрекен Бок играют в игру. На столе лежит несколько конфет. Первым ходом Малыш делит конфеты на три непустых кучки, потом Фрекен Бок две кучки отдаёт Карлсону, а третью снова делит на три непустых, потом Малыш также две отдаёт Карлсону, третью делит и так далее. Кто не может сделать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

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

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



«Хамелеон-конь»



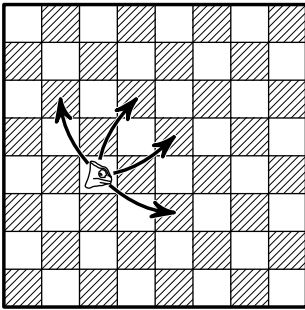
«Хамелеон-ладья»

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

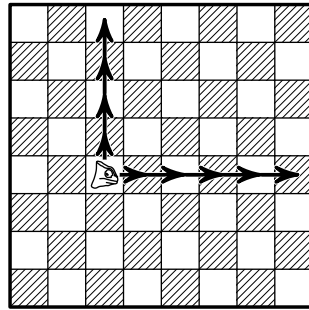
- а) доска размером 6×6 , хамелеон изначально ладья;
- б) доска размером $n \times n$, хамелеон изначально ладья;
- в) доска размером 8×8 , хамелеон изначально конь;
- г) доска размером $n \times n$, хамелеон изначально конь?

д)* Рассмотрите общую задачу: кто победит на доске $m \times n$, если хамелеон изначально конь, и кто, если ладья?

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



«Хамелеон-конь»



«Хамелеон-ладья»

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

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

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

Решения математических игр, критерии проверки

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

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

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

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

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

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

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

База ($k = 0$) нами разобрана.

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

перебором всех возможных троек остатков:

$$1 + 1 + 1 = 3$$

$$1 + 1 + 2 = 4$$

$$1 + 2 + 2 = 5$$

$$2 + 2 + 2 = 6$$

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

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

$$6m + 3 = (6m + 1) + 1 + 1$$

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

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

$$6m + 6 = (6m + 2) + 2 + 2$$

То есть, это позиции выигрышные. Доказательство завершено.

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

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

В пункте «б» при достаточно большом n побеждает первый игрок. Он ставит ладью на самое левое поле второй горизонтали сверху и объявляет её конём. У соперника в этом случае только один ход (на третье слева поле верхней горизонтали), более того, у него после этого хода

нет выбора — он обязан объявлять коня ладьёй. Как только это происходит, первый игрок побеждает. Описанная стратегия «работает» при $n > 3$. Меньшие значения n нетрудно разобрать непосредственно, там побеждает второй игрок: случай $n = 1$, пожалуй, можно считать некорректным, при $n = 2$ ходы игроков predetermined, при $n = 3$ у первого игрока по сути есть два различных хода, после которых объявлять хамелеона конём для него либо невозможно, либо глупо, а если он оставит его ладьёй, то второй игрок либо сразу победит, либо поставит ладью в центральную клетку, после чего ситуация сведётся к случаю $n = 2$.

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

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

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

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

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

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

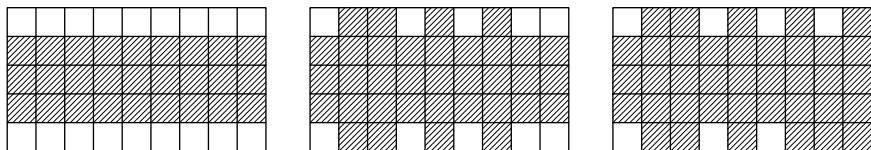
Критерии проверки. За пункт «а» давался 1 балл, за «б» — 3 балла (один снимался, если не разбирались случаи малых n), за «в» — 3 балла, за «г» — 5 баллов (один балл снимался, как и в «б»), прозевавшим малые n), за «д» и «е» — по 4 балла (2 «за ладью» и 2 «за коня»). В последних двух пунктах считалось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

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

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

Дальнейшая игра идёт на этих двух независимых полосках. Начинает второй. Первый придерживается такого правила: на любой ход

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



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

Покажем теперь, что решающий ход действительно можно осуществить. Пусть второй игрок закрасил прямоугольник $l \times 1$ клеток, после чего на его полоске остались изолированные незакрашенные клетки. Если закрасенный им прямоугольник граничил с одной или двумя незакрашенными клетками, первый при своём ходе может закрасить прямоугольник $(l + 1) \times 1$, включающий тот, что закрасен соперником, и одну из этих клеток. Если же по обоим коротким сторонам от закрасенного вторым игроком прямоугольника $l \times 1$ были закрасенные клетки, то первый может закрасить его часть $(l - 1) \times 1$, оставив лишнюю клетку с краю. Такой ход, казалось бы, невозможен при $l = 1$, но это бы означало, что уже перед ходом второго игрока были бы только одиночные клетки, а мы уговорились, что они впервые появились только после его хода.

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

Задания конкурса по математическим играм предложили:

№ 1 — И. В. Раскина; № 2 — М. Э. Дворкин; № 3 — И. В. Раскина.

Критерии награждения

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

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

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

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

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

Устный конкурс. Рекомендации

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

Мы советуем проводить устный конкурс приблизительно так. В выделенной аудитории назначаются «сеансы игр» — например, каждый час или, если аудитория невелика, каждые 45 минут. Расписание «сеансов» вывешивается на дверях. Перед началом сеанса в аудиторию запускаются участники и рассаживаются за парты, лучше по двое. Не допускайте перенаселения, посоветуйте тем, кто не помещается, посетить иные конкурсы, а на этот прийти к другому сеансу.

На каждом сеансе ведущие (их нужно примерно по одному на 10–15 школьников) могут выбрать одну предложенных игр. Перед тем, как рассказать правила, можно кратко объяснить, что такое математическая игра, что такое стратегия, привести пример на самых известных

играх, например, «крестики-нолики 3×3 » или «двое берут из кучи по 1 или 2 камня». Рассказав правила, можно выдать ребятам задания (для этого их надо предварительно разрезать, чтобы можно было выдать задания и правила только одной игры) и попросить их сыграть друг с другом или с вами несколько партий, чтобы понять принципы игры. С желающим объяснить решение какого-либо пункта задания негромко побеседуйте. Потребуйте, чтобы он не просто «обыграл» вас, а внятно объяснил стратегию. **Сданную задачу отметьте в протоколе.**

Участнику можно предложить перейти в аудиторию, где проходит письменный конкурс

- если он затрудняется изложить решение устно,
- если он уже решил предложенную игру и хочет решать другие,
- если по каким-то причинам Вы бы хотели, чтобы его решение подверглось внешней проверке,
- если, наконец, он бузит и мешает Вам работать.

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

Чтобы конкурс прошёл хорошо, к нему надо подготовиться.

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

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

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

Статистика

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

В приведённой статистике учтены все письменные работы по математическим играм, сданные школьниками в Московском регионе (в том числе и абсолютно нулевые), а также все устные ответы, кроме абсолютно нулевых. При наличии нескольких устных ответов за каждый пункт каждой задачи учтён лучший результат. При наличии как устного, так и письменного ответа по каждой задаче учтена лучшая оценка (наибольшее количество баллов).

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

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

Сведения о распределении баллов по заданиям.

Баллы	Номера заданий			Баллы	Номера заданий		
	1	2	3		1	2	3
0	1726	1927	1794	11	2	4	4
1	71	25	110	12	3	34	11
2	87	6	74	13	4	1	0
3	12	48	7	14	67	1	1
4	29	83	49	15	1	2	0
5	84	12	23	16	4	13	1
6	12	8	104	17	0	0	1
7	4	26	0	18	1	1	1
8	6	7	0	19	2	0	1
9	54	4	1	20	31	5	31
10	13	6	0				

Обращает на себя внимание очень большое количество нулевых баллов. Это обусловлено сочетанием двух причин. Во-первых, конкурс по математическим играм для многих школьников оказался непривычным, в своих работах ребята часто приводили описание игры, примеры партий и т. п., но не делали попыток решить игру как математическую задачу. Во-вторых, ввиду достаточно сложной системы учёта результа-

тов (возможность нескольких устных и письменных ответов с корректным объединением результатов) невозможно чётко разграничить ситуации, когда школьник пытался выполнить задание, но получил 0 баллов, и когда он вообще не выполнял и не планировал выполнять какое-либо задание. (Например, отвечая устно, школьник сказал пару слов и передумал, но в протоколе перед началом ответа он уже был отмечен.)

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

Сумма баллов	Классы											Всего
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	
0	0	1	0	17	109	290	309	252	174	102	66	1320
1			0	0	6	21	36	38	14	20	12	147
2			1	2	6	16	25	21	12	11	7	101
3			0	1	0	4	8	15	10	7	3	48
4			0	1	1	23	18	22	16	13	4	98
5			0	2	4	8	18	21	7	8	11	79
6			0	0	4	19	16	12	11	7	3	72
7			0	0	0	2	8	2	4	5	1	22
8	e	e	e 0	e 0	e 1	e 5	e 7	e 4	e 5	e 2	e 1	25
9			0	0	0	3	10	7	4	5	1	30
10			0	0	0	2	9	6	4	5	4	30
11			0	0	0	4	3	2	4	3	3	19
12			0	1	0	3	2	11	1	4	0	22
13			0	0	2	0	3	1	0	0	4	10
14			1	0	4	5	9	8	3	4	5	39
15				0	0	0	6	2	1	2	1	12
16				0	1	4	2	3	2	2	0	14
17				0	0	0	0	2	2	1	2	7
18	v	v	v	v 0	v 0	v 0	v 3	v 1	v 1	v 1	v 0	v 6
19				1	1	1	1	4	1	1	2	12
20					3	7	10	10	1	3	1	35
21					0	0	1	1	0	1	0	3
22					0	1	3	1	0	0	0	5
23					0	0	0	4	1	0	0	5
24					1	1	4	2	0	1	1	10
25					0	0	1	4	1	0	0	6
> 25					1	1	11	15	1	3	3	35

Конкурс по физике

Задания

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

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

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

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

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

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

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

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

6. (8–11) Пенопластовый цилиндр длиной $L = 1$ м с прикреплённым на одном из его концов грузом плавает в озере, сохраняя вертикальное положение. Чтобы медленно «утопить» цилиндр, давя на него вертикальной силой, нужно совершить минимальную работу $A_1 = 2$ Дж. Чтобы медленно вытащить цилиндр из воды, вытягивая его вертикальной силой, нужно совершить минимальную работу $A_2 = 16$ Дж. Какова масса цилиндра с грузом? Считать $g = 10$ м/с².

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

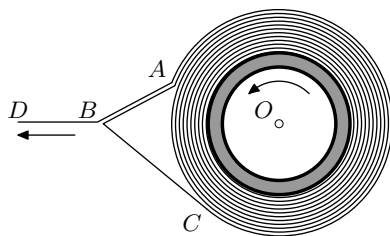
8. (9–11) Кастрюля с водой на газовой плите прогревается до температуры примерно 80–90 °С, после чего температура стабилизируется и довести воду до кипения не удаётся. Эта же кастрюля без воды на этой же плите достаточно быстро целиком (вместе с крышкой) прогревается больше чем до 100 °С (это легко выясняется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

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

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

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

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



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

Ответы и решения к заданиям конкурса по физике

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

Условие задачи достаточно надёжно «закрывает» все прочие варианты.

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

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

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

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

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

Можно на «нужный» шар натянуть сеточку из очень тонкой нити,

которая чувствуется на ощупь, но не видна на видеосъёмке. При развинчивании шара сеточка порвётся, и никаких следов на этом шаре не останется.

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

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

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

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

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

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

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

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

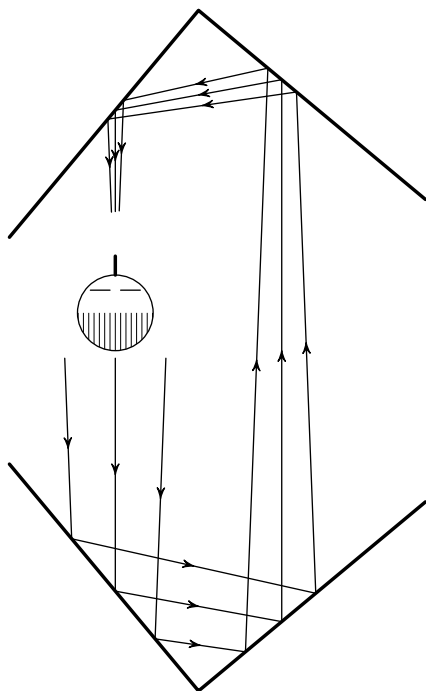
$$\frac{x}{5} = \frac{x}{6} + \frac{1}{60} \text{ км}$$

Приведём все дроби к общему знаменателю 60:

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

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

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



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

4. При учёте исключительно стоимости металла оказывается, что электрические провода дешевле всего делать из натрия. Однако такие провода практически не используются ввиду того, что другие параметры металлического натрия (кроме стоимости) являются неудачными для изготовления проводов.

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

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

$$V = \rho_{\text{эл}} \frac{L^2}{R}$$

Масса этого металла

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

Стоимость Σ этого металла

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

$$M = \rho Sl.$$

Когда цилиндр утапливается, он перемещается вниз на расстояние $x_1 = L - l$, а также «выдавливает» из под себя объём воды $V_2 = x_1 S$. Центр масс этой воды ранее находился на глубине $x_2 = l + (x_1/2)$, а после погружения цилиндра можно условно считать, что эта вода «растеклась» по поверхности озера. Таким образом, при погружении

цилиндра совершается работа

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

Когда стержень вытаскивается из воды, то совершается работа, равная

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

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

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

Из составленных соотношений можно найти величину S .

$$\sqrt{A_1} + \sqrt{A_2} = \sqrt{\frac{\rho g S l^2}{2}} + \sqrt{\frac{\rho g S (L - l)^2}{2}} = \sqrt{\frac{\rho g S}{2}} \left(\sqrt{l^2} + \sqrt{(L - l)^2} \right)$$

$$\sqrt{A_1} + \sqrt{A_2} = \sqrt{\frac{\rho g S}{2}} \cdot L, \quad \text{откуда} \quad \sqrt{S} = \frac{\sqrt{2} (\sqrt{A_1} + \sqrt{A_2})}{\sqrt{\rho g L}}$$

Находим массу стержня

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

Подставляем численные значения

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

Ответ. $\approx 1,53$ кг.

7. Во время удара мы деформируем оболочку шарика, одновременно резко сдвигая её. В результате возникает устойчивый воздушный вихрь, движущийся в направлении удара по шару. Шарик захватывается

вихрем, какое-то время в этом вихре летит, а потом из вихря «вываливается» (возможно, из-за того, что вихрь к этому моменту ослабевает).

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

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

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

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

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

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

Отметим также, что давление в бытовом газопроводе очень ненамного выше атмосферного. Поэтому изменение режима горения и связанное с ним незначительное изменение давления в зоне горения может

существенно повлиять на расход газа из конфорки. А с уменьшением количества сгораемого в единицу времени газа, естественно, уменьшается и мощность.

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

9. Любой «чёрный ящик», внутри которого находятся идеальные батарейки (одна или несколько, или даже ни одной!) и любым образом соединённые идеальные резисторы, из которого выведены два провода, можно представить в виде эквивалентной батарейки с некоторой ЭДС E и некоторым внутренним сопротивлением r . Измерить эти параметры можно так. 1. Подключаем к этим выводам идеальный вольтметр — получаем величину и знак ЭДС. 2. Подключаем к этим выводам идеальный амперметр — получаем ток короткого замыкания i эквивалентной батарейки. Отсюда находится её внутреннее сопротивление $r = E/I$. Какой бы мы ни подключили к означенным выводам резистор с сопротивлением $R \neq 0$, ток через него будет равен $I = E/(R + r)$.

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

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

Потенциалы точек подключения концов сопротивления R_x равны:

$$\varphi_1 = E_1 - \frac{(E_1 - E_2)r_1}{r_1 + r_2 + R_x} = \frac{E_1(r_2 + R_x) + E_2r_1}{r_1 + r_2 + R_x}; \quad \varphi_2 = \frac{E_2(r_1 + R_x) + E_1r_2}{r_1 + r_2 + R_x}.$$

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

$$I_k = \alpha_k \varphi_1 + \beta_k \varphi_2 =$$

$$= \frac{\alpha_k (E_1(r_2 + R_x) + E_2 r_1) + \beta_k (E_2(r_1 + R_x) + E_1 r_2)}{r_1 + r_2 + R_x} = \frac{A_k + R_x B_k}{r_1 + r_2 + R_x}.$$

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

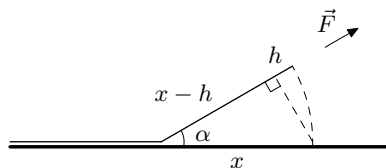
Ответ. Нет, такая схема невозможна.

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

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

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

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



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

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

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

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

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

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

$$RF_{BC} = RF_{AB} \cos \alpha$$

$$F_{BC} = F_{AB} \cos \alpha$$

$$\cos \alpha = \frac{F_{BC}}{F_{AB}}$$

В соответствии с п. 2

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

Отсюда

$$F_{AB} = F_0 \frac{1}{1 - \frac{F_{BC}}{F_{AB}}} = F_0 \frac{F_{AB}}{F_{AB} - F_{BC}}$$

$$F_{AB} - F_{BC} = F_0 = F/2$$

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

Ответ. $F_{AB} - F_{BC} = F/2$.

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

Обойти эту трудность можно так.

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

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

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

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

Критерии проверки и награждения

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

«+!», «+», «+.» , «±», «+ $\frac{1}{2}$ », « \mp », «-.» , «-», «0».

«Расшифровка» этих оценок точно такая же, как и на конкурсе по математике (см. стр. 29). Задача считалась решённой, если за неё поставлена оценка «+!», «+», «+.» или «±».

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

1. класс ≤ 6 и не менее одной оценки не хуже «+ $\frac{1}{2}$ »;
2. класс ≤ 8 и количество решённых задач младших классов плюс количество оценок «+ $\frac{1}{2}$ » за задачи своего и старших классов не менее 2;
3. в любом классе не менее одной решённой задачи своего или старшего класса;
4. в любом классе количество решённых задач младших классов плюс количество оценок «+ $\frac{1}{2}$ » за задачи своего и старших классов не менее 4.

Оценка «v» (грамота за успешное выступление на конкурсе по физике) ставилась в каждом из следующих случаев:

1. класс ≤ 6 и не менее одной решённой задачи;
2. класс ≤ 6 и не менее двух оценок не хуже «+ $\frac{1}{2}$ »;
3. класс ≤ 7 и не менее одной решённой задачи своего или старшего класса;
4. в любом классе не менее двух решённых задач своего или старшего класса.

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

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

Статистика

Приводим статистику решаемости задач конкурса по физике школьниками, участвовавшими в Турнире в Москве и Московском регионе⁴. Такая статистика даёт интересную дополнительную информацию о задачах (и задании конкурса по физике в целом): насколько трудными оказались задачи, какие задачи оказались наиболее предпочтительными для школьников, и т. п.

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

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

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

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

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

⁴Мотивировку такого выбора см. в статистике конкурса по математике, стр. 30

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

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

Конкурс по химии

Задания

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

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

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

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

4. (8–10) На чашечных весах уравновешены стаканчики с разбавленной серной кислотой. В один стаканчик поместили небольшой кусочек железа, а в другой — небольшой кусочек алюминия той же массы. Нарушится ли равновесие после полного растворения металлов и, если да, то в каком направлении? Ответ подтвердите расчётами. Напишите уравнения реакций.

5. (8–10) Объём смеси оксида углерода(II) с кислородом составляет

250 мл (н. у.). После окисления всего оксида, объём смеси оказался равным 180 мл (н. у.). Полученную газовую смесь пропустили в раствор, содержащий 0,25 г гидроксида натрия.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

10. (10–11) При сгорании 1,16 г органического соединения была получена смесь двух веществ. При последовательном пропускании этой

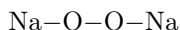
смеси через трубки с оксидом фосфора(V) и сухим гидроксидом калия массы трубок увеличиваются соответственно на 1,08 г и 2,64 г. Определите молекулярную формулу исходного соединения, учитывая, что его относительная молекулярная масса не превосходит 90. Изобразите возможные структурные формулы этого соединения.

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

Решения задач конкурса по химии

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

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

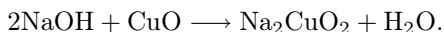


и содержит связь кислород–кислород, а по определению кислород должен быть «связан *только* с более электроположительными атомами»⁵.

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

Кислотные: SO_2 , CO_2 , CrO_3 ; соответствующие кислоты H_2SO_3 , H_2CO_3 и H_2CrO_4 или $\text{H}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$.

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



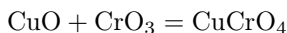
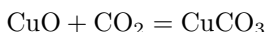
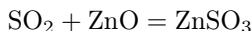
Амфотерный: ZnO , соответствующий амфотерный гидроксид $\text{Zn}(\text{OH})_2$ (или H_2ZnO_2 «цинковая кислота») образует как соли цинка II,

⁵Оксидами не называются также: OF_2 (фтор более электроотрицателен, чем кислород), KO_3 (содержит связи кислород–кислород, а также имеет ионное строение), и т. п. Но, например, N_2O_5 оксидом считается, несмотря на взаимодействие многочисленных атомов кислорода в этой молекуле между собой. В любом случае оксиды были так названы (или не названы) в основном по их свойствам, задолго до того, как стало известно их строение.

например ZnSO_4 , так и соли других металлов — цинкаты, например Na_2ZnO_2 .

Несолеобразующий: CO .

Реакции между этими соединениями возможны, приведём лишь несколько вариантов:



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

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

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

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

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

3. Приведённая в задаче цепочка соответствует образованию оксида **В** (металл **А** + кислород), его превращению в хлорид **Г** (оксид + соляная

кислота), затем в гидроксид **Д** (хлорид + гидроксид натрия), а затем снова в оксид (прокаливание).

Остаётся узнать, о каком конкретно металле идёт речь.

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

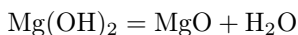
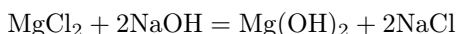
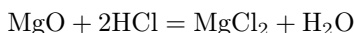
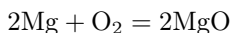
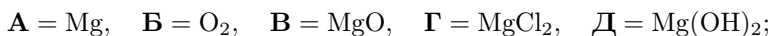
Предположим для начала, что степень окисления металла +1, тогда формула оксида A_2O , а молекулярная масса $(2a + 16)$, где a — атомная масса металла.

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

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

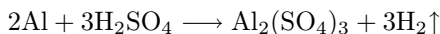
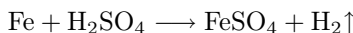
При степени окисления металла +3 и +4 аналогично получаем атомные массы 36 и 48. В первом случае такого металла нет, а во втором подходит $Ti(4+)$.

Таким образом:



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

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



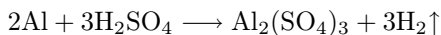
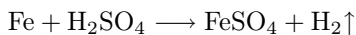
Поскольку массы кусочков металлов одинаковы, равновесие нарушится только из-за того, что выделится разное количество водорода. Пусть $m(Fe) = m(Al) = m$, тогда

$$\nu(H_2)_{Fe} = \nu(Fe) \quad m(H_2)_{Fe} = \frac{2}{56} m(Fe) = \frac{m}{28}$$

$$\nu(H_2)_{Al} = \frac{3}{2} \nu(Al) \quad m(H_2)_{Al} = \frac{3}{2} \cdot \frac{2}{27} m(Al) = \frac{m}{9}$$

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

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



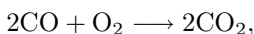
Поскольку массы кусочков металлов одинаковы, равновесие нарушится только из-за того, что выделится разное количество водорода. Пусть $m(\text{Fe}) = m(\text{Al}) = m$, тогда

$$\nu(\text{H}_2)_{\text{Fe}} = \nu(\text{Fe}) \quad m(\text{H}_2)_{\text{Fe}} = \frac{2}{56}m(\text{Fe}) = \frac{m}{28}$$

$$\nu(\text{H}_2)_{\text{Al}} = \frac{3}{2}\nu(\text{Al}) \quad m(\text{H}_2)_{\text{Al}} = \frac{3}{2} \cdot \frac{2}{27}m(\text{Al}) = \frac{m}{9}$$

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

5. По условию прошла следующая реакция:



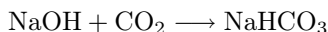
то есть объём смеси уменьшился на объём кислорода, который ушёл на окисление, $250 - 180 = 70$ мл. Если в реакцию вступило 70 мл кислорода, то, как видно из уравнения, прореагировало вдвое больше CO, то есть 140 мл.

Так как по условию CO вступил в реакцию полностью, а кислород был в избытке, то исходная смесь состоит из 140 мл CO и $250 - 140 = 110$ мл O₂. С гидроксидом натрия будет реагировать полученный в ходе реакции CO₂, его объём составляет 140 мл, т. е. его количество составляет

$$\frac{0,14 \text{ л}}{22,4 \text{ моль/л}} = 0,00625 \text{ моль.}$$

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

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

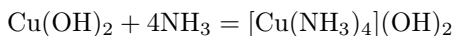


6. (1) Растворение $\text{Al}(\text{OH})_3$ в водном растворе гидроксида натрия обусловлено его амфотерными свойствами, он взаимодействует по типу кислоты с образованием гидроксокомплекса:



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

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



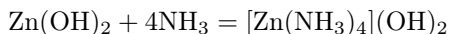
В растворе гидроксида натрия гидроксид меди не растворяется, так как проявляет прежде всего основные свойства и взаимодействует только с кислотами, а не с основаниями.

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

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



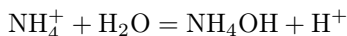
Во-вторых, ион цинка образует растворимый комплекс с аммиаком



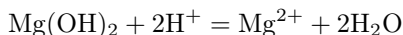
(4) $\text{Mg}(\text{OH})_2$ не растворяется ни в водном растворе аммиака, ни в растворе гидроксида натрия, но растворяется в растворе хлорида аммония.

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

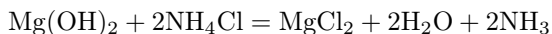
Раствор хлорида аммония имеет кислую среду вследствие гидролиза



Гидроксид магния растворяется в кислотах



В молекулярной форме



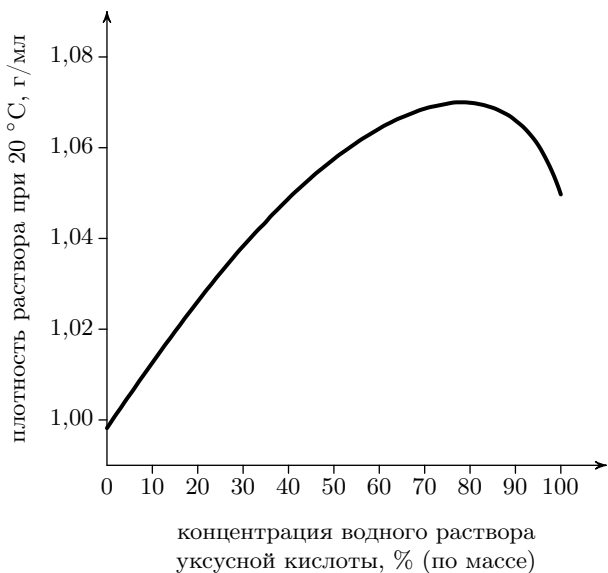
7. По недосмотру жюри и историческим причинам в условии задачи были приведены неверные числовые значения справочных данных. Для решения данной качественной задачи точные значения не числовые важны. Они, например могли быть такими: при температуре 20 °С водный раствор уксусной кислоты имеет плотность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

Зависимость плотности раствора от концентрации часто может быть очень сложной. В случае уксусной кислоты при повышении концентрации раствора плотность растёт и достигает максимума в области 77%, при этом молекулы воды и кислоты образуют при помощи водородных связей сложные пространственные структуры⁶. При дальнейшем увеличении концентрации кислоты и уменьшении содержания воды в растворе образуются всё менее и менее компактные структуры, что приводит к снижению плотности кислоты.

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

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

⁶Обратите внимание, что при равном количестве молекул воды и кислоты в растворе концентрация раствора равна как раз $M(\text{CH}_3\text{COOH})/(M(\text{CH}_3\text{COOH}) + M(\text{H}_2\text{O})) = 60/(60 + 18) \approx 0,769 \approx 77\%$.



В принципе, задачу можно решить и более строго («математически»), не доверяя интуитивным предположениям о достаточно простой форме графика с одним максимумом. (А вдруг эта зависимость существенно более сложная?) Например, можно постепенно разбавлять оба раствора водой и определить зависимость плотности от концентрации, предполагая при расчёте концентраций разбавленных растворов оба возможных варианта соответствия растворов и их начальных концентраций. При выборе верного варианта (из двух возможных) эти зависимости при концентрациях менее 61,4%, очевидно, должны совпасть.

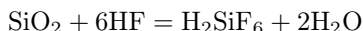
8. В обычных условиях кремний не растворяется ни в соляной или серной, ни в азотной кислоте.

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



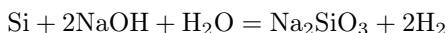
Диоксид кремния является инертным соединением и нерастворим в воде и в кислотах. Более того, в самом начале окисления кремний покрывается оксидной плёнкой и процесс останавливается. Здесь и помогает плавиковая кислота, которая взаимодействует с SiO_2 , образуя летучий фторид кремния либо (в данном случае,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

вой кислоты) комплексную соль:



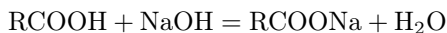
Плавииковую кислоту в данном случае нельзя заменить на соляную, так как для соляной кислоты такая реакция невозможна.

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



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

Запишем уравнение реакции нейтрализации:



Молекулярная масса кислоты $M_{\text{к}} = r + 12 + 16 + 16 + 1 = r + 45$, где r — молекулярная масса остатка R.

Молекулярная масса соли $M_{\text{с}} = r + 12 + 16 + 16 + 23 = r + 67$.

Таким образом $(r + 45)$ г кислоты образуют $(r + 67)$ г соли.

По условию 18 г кислоты дают 26,8 г соли.

Составим пропорцию:

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

У нас получилось, что кислота вообще не содержит органического радикала и представляет собой отдельную карбоксильную группу. На первый взгляд, это невозможно. Однако теперь стоит вспомнить, что обозначив кислоту как RCOOH , мы предположили, что она одноосновная. А это не обязательно так.

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

Это щавелевая кислота $(\text{COOH})_2$ (или $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$).

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

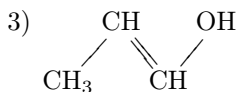
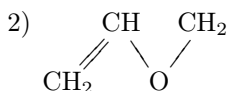
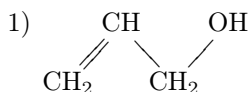
Пусть формула исходного соединения $\text{C}_n\text{H}_{2n}\text{O}_m$. Рассмотрим разные значения n .

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

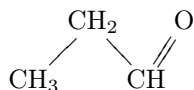
Если $n = 2$, то масса соединения $1,16/(0,06/2) = 38,6$ г/моль, чего также быть не может.

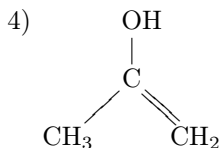
Если $n = 3$, то масса соединения $1,16/(0,06/3) = 58$ г/моль, тогда $m = 1$, т. е. формула соединения $\text{C}_3\text{H}_6\text{O}$ (при бóльших значениях n либо получается нецелая относительная молекулярная масса вещества, либо она превосходит 90).

Это соединение может иметь следующие структуры:

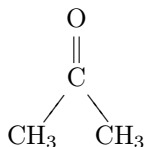


В реальности это соединение не существует так как очень быстро превращается в соответствующий альдегид:

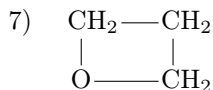
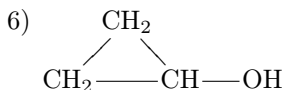
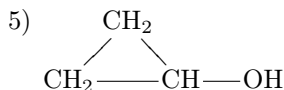




В этом случае так же записать эту структурную формулу можно лишь формально, в реальности существует только соответствующий кетон:



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



Критерии оценок и награждения

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

Задача 1.

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

Типы оксидов — максимум **3 балла**.

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

Всего $2 + 3 + 3 = 8$ баллов для ≤ 8 класса.

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

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

Задача 2.

Берцелиус: U_6O_8 или U_3O_4 .

Армстронг: U_4O_8 или UO_2 или U_3O_6 .

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

9–11 класс: **2 балла** всего.

Задача 3.

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

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

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

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

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

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

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

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

Задача 4.

Реакции — **1 балл**.

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

Всего **6 баллов**.

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

Задача 5.

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

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

Всего $4 + 3 = 7$ баллов.

11 класс $3 + 2 = 5$ баллов.

Задача 6.

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

Всего до **16 баллов**.

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

Задача 7.

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

Способ различить два раствора **3 балла**.

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

Задача 8.

(1) Окисление и растворение SiO_2 . При наличии уравнений реакций

и пояснения роли каждой из кислот: **6 баллов**.

(2) **3 балла** за способ.

Задача 9.

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

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

Просто муравьиная кислота без пояснений — 2 балла.

Задача 10.

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

(2) Все изомеры **6 баллов**.

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

класс	сумма баллов для «е»	сумма баллов для «v»
≤ 5	≥ 1	≥ 2
6	≥ 1	≥ 4
7	≥ 2	≥ 4
8	≥ 3	≥ 5
9	≥ 4	≥ 9
10	≥ 5	≥ 10
11	≥ 5	≥ 10

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

Статистика

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

Традиционно олимпиадные задачи по химии (в отличие, например, от математики) чаще всего носят «описательный» характер: решающему такую задачу нужно догадаться о нескольких ключевых «химических» идеях, выстроить из них «цепочку», выполнить окончательные

числовые расчёты и получить ответ. Иногда условие задачи прямо ставится таким образом: составить «цепочку» реакций, перечислить изомеры и т. п. Решение таких заданий естественно оценивать в баллах (см. критерии оценок), статистика в этом случае несёт в себе существенную дополнительную информацию по выставленным баллам.

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

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

Сведения о распределении баллов по заданиям.

Оценки «-» учтены только за задачи своего класса. Оценки «0» учтены только за задачи своего и младших классов. Остальные оценки (≥ 1) учтены во всех случаях.

Баллы	Номера заданий									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
-	181	211	763	600	1118	763	869	446	423	471
0	158	111	117	372	184	139	76	81	86	46
1	365	72	42	255	39	28	21	19	11	20
2	206	138	29	60	6	28	14	17	35	8
3	53	3	61	42	4	16	18	4	5	3
4	34	59	30	32	23	27	15	14	13	1
5	17		16	23	12	12	19	4	0	1
6	1		13	46	1	19		7	4	1
7	1		1		8	6		6	1	5
8	1		0			4		3	30	13
9			0			1		9		6
10						5		1		10
11						3		1		0
12						3		1		2
13						0		0		
14						1		0		
15						0		0		
16						0				
Всего	1017	594	1072	1430	1395	1055	1032	613	608	587

Сведения о распределении суммы баллов по классам.

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

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

Конкурс по биологии

Задания

Итог подводится в сумме по всем заданиям.

1. Зачем светятся морские животные, в чём преимущества и недостатки свечения?
2. У многих животных корм молодых особей или личинок отличается от корма взрослых. Приведите как можно больше подобных примеров и объясните, с чем может быть связана эта разница в каждом случае. Приносит ли такое различие в питании пользу животным?
3. В сказке «Аленький цветочек» говорится о том, что один купец как-то решил отправиться в путь за товарами и перед отъездом спросил у дочерей, каких им хотелось бы гостинцев. Младшая любимая дочь попросила аленький цветочек — это задание оказалось невероятно трудным! После долгих поисков цветочек был обнаружен в саду богатого иностранца, но редкость и заповедность цветка стали причиной опасных приключений. Правда ли, что в наших краях дикорастущие алые (ярко-красные, а не розовые, бордовые и т. п.) цветы встречаются редко? А плоды? Чем это можно объяснить?
4. Согласно эволюционной теории Дарвина, человек произошёл от обезьяны. Но бросается в глаза, что современные обезьяны имеют волосяной покров, в отличие от человека. Придумайте, с чем связано такое «облысение» и почему всё-таки у людей остались волосы на голове.
5. Многие растения на зиму сбрасывают листву. Предположите, каким образом растения — не имеющие ни глаз, ни тепловых рецепторов, чтобы узнать, что пришла зима — «понимают», что листве пора облетать.
6. Существует множество водоёмов, которые регулярно подвергаются полному высыханию в тёплое время года. Тем не менее, эти водоёмы часто обильно заселены типично водными животными, даже рыбами. Назовите таких животных и предположите, какие приспособления могут помочь им пережить неблагоприятный сезон.
7. Известно, что сумчатые и плацентарные млекопитающие разошлись эволюционно очень давно. Однако некоторые виды очень похожи друг на друга — есть мышь и сумчатая мышь, летяга и сумчатая летяга, волк и сумчатый волк. Примеры можно множить. Как вы можете это объяснить?

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

Ответы на вопросы конкурса по биологии

Вопрос 1.

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

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

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

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

1) Освещение.

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

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

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

2) Защита.

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

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

Другой формой защиты животных является выбрасывание в случае опасности наружу светящейся слизи или «облака». Так, существуют рыбы, которые в минуты опасности испускают облако светящегося вещества и удирают, пока ошеломлённый хищник созерцает кольщущуюся иллюминацию.

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

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

3) Приманка.

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

4) Способ коммуникации.

Свечение у некоторых животных служит средством нахождения и

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

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

5) Побочный эффект.

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

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

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

При подготовке ответа на этот вопрос использованы материалы сайтов:

<http://nauka.relis.ru>

<http://www.equator.ru>

<http://chudesa.by.ru>

<http://slovari.yandex.ru>

Вопрос 2.

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

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

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

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

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

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

Вопрос 3.

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

Если говорить о плодах красного цвета, то ситуация складывается иная, ведь главная задача для них — защитить семена от воздействий внешней среды и распространить их на как можно большую территорию. Насекомые редко являются распространителями плодов, поэтому природе выгодно, что красный цвет они не видят, следовательно, меньше едят плоды. А вот звери, птицы, способные различать красный цвет, являются основными переносчиками семян. Съедая плоды, они переносят в своих желудках семена на большие расстояния, тем самым помогая растениям расселяться.

Среди ответов школьников часто встречалась мысль, что красный

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

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

Вопрос 4.

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

Приведём основные гипотезы.

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

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

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

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

5. При переходе к прямохождению на большую часть поверхности тела перестали попадать прямые солнечные лучи, и необходимость в шерсти как в защите от перегрева и ультрафиолетовых лучей отпала. Согласно этой гипотезе, волосы сохранились у человека на голове, поскольку именно туда солнечные лучи попадали прямо.

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

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

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

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

Некоторые отвечающие считали, что отсутствие шерсти на теле помогало нашим предкам вырываться из лап хищников. С одной сто-

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

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

Вопрос 5.

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

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

Также многие школьники слышали о том, что существуют так называемые «биологические часы». Эти часы регулируют суточные ритмы растений, но влияют и на более длинные периоды их жизни. Как они работают — вопрос, не до конца исследованный. Но можно было придумать свои механизмы, которые позволяли бы растениям вести отсчёт времени. Например, эти «часы» могут «отсчитывать» деления клеток. Скажем, лист закладывается в виде зачатка в почке, весной разворачи-

вается, растёт, а затем после определённого числа делений стареет и опадает. Механизмом «часов» может служить также накопление вредных или ненужных веществ в листьях — за лето их накапливается столько, что растение «понимает», что от листьев пора избавляться.

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

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

Наконец, совсем уж фантастическая, но не лишённая смысла гипотеза: растения «догадываются» о приближении осени по реакции других организмов. Например, известно, что подавляющее большинство растений живёт в симбиозе с грибами, а некоторые и с бактериями. Эти симбионты способствуют обмену веществ с окружающей средой, и снижение их активности вследствие похолодания тоже может быть сигналом к листопаду.

Вопрос 6.

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

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

например, угри.

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

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

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

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

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

Вопрос 7.

Здесь возможно несколько объяснений.

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

Кроме того, сумчатые в Австралии должны были освоить среду обитания, в целом сходную со средой обитания плацентарных млекопитающих. В этой среде имелись в наличии примерно те же экологические

ниши, что и в мире плацентарных. Поэтому, приспособляясь к сходным условиям, животные приобретали сходный вид.

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

Вопрос 8.

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

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

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

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

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

В составлении вопросов для конкурса по биологии Турнира Ломоносова 2008 г. и ответов на них принимали участие: Зверева Т. О., Жаров А. А., Калякин М. В., Кобузева И. А., Кудрявцева Е. И., Куличенкова К. Н., Морковин А. А., Петраш Е. Г., Семеновы Ал-др. Н и Андр. Н., Ступникова А. Н.

Критерии проверки и награждения.

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

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

Класс	балл многоборья («e»)	грамота («v»)
≤ 4	≥ 4	≥ 5
5	≥ 4	≥ 6
6	≥ 4	≥ 6
7	≥ 6	≥ 8
8	≥ 6	≥ 9
9	≥ 7	≥ 10
10	≥ 8	≥ 11
11	≥ 9	≥ 13

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

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

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

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

В тех вопросах, где просят привести примеры, — каждый правильный пример повышает оценку на 0,5–1 балл. Важно, что примеры

должны точно соответствовать поставленному вопросу. Так, при ответе на вопрос про светящихся водных животных пример «светлячок» учитываться не будет.

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

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

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

Статистика

Приводим статистику решаемости задач конкурса по биологии школьниками, участвовавшими в Турнире в Москве и Московском регионе⁷. Такая статистика даёт интересную дополнительную информацию о задачах (и задании конкурса по биологии в целом): насколько трудными оказались задачи, какие задачи оказались наиболее предпочтительными для школьников, и т. п.

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

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

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

⁷Мотивировку такого выбора см. в статистике конкурса по математике, стр. 30

Сведения о распределении суммы баллов по классам.

Сумма	Классы											Всего				
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11					
0	0	0	0	3	23	47	47	36	13	2	12	183				
1		1	1	6	27	88	119	101	64	39	33	479				
2			1	9	30	88	157	131	135	59	57	667				
3			0	5	13	82	121	163	134	91	62	671				
4	e	e	e	4	e	21	e	72	112	156	120	71	71	627		
5	v	v	v	2	v	15	v	41	115	155	125	73	68	594		
6			0	3	v	3	v	35	e	91	e	108	99	55	63	457
7			0	2	7	23	62	79	e	83	56	48	360			
8			0	0	6	19	v	51	66	70	e	40	50	302		
9			0	0	3	13	33	v	43	57	41	e	44	234		
10			0	0	0	9	21	31	v	47	30	27	165			
11			0	1	2	3	14	33	36	v	27	28	144			
12			0	1	2	4	10	27	25	22	30	121				
13			0	1	0	0	9	12	13	14	v	29	78			
14			1		0	6	10	10	17	14	18	76				
15					0	0	4	4	17	13	13	51				
16					0	0	3	8	10	9	18	48				
17					1	0	4	8	6	7	12	38				
18					1	0	1	4	9	6	6	27				
19					0	0	2	4	6	7	8	27				
20					1	0	2	2	5	3	6	19				
21						0	0	3	4	2	6	15				
22						0	0	1	5	3	4	13				
23						0	1	4	3	4	4	16				
24						0	1	0	2	3	2	8				
25						1		0	1	0	3	5				
> 25								10	6	11	15	42				

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

Сведения о распределении баллов по заданиям.

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

Конкурс по лингвистике

Задачи

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

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

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

Задание 1. Заполните пропуски. Поясните Ваше решение.

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

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

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

Задание. Заполните пропуски. Поясните Ваше решение.

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

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

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

1. Микель говорит, что отдаст деньги сестре (*arriba*).

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

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

4. Альберток — брат (*anaia*) Кольдо.

5. Кольдо живёт вместе с сестрой (*arriba*).

Задание 1. Заполните пропуски.

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

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

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

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

На 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.

Решения задач конкурса по лингвистике

1. Все слова из левого столбца (*точка, длинный, земляк, территория*) имеют отношение к пространству, а слова из правого столбца (*иногда, краткий, долгий, часы, вечный*) — ко времени. При этом в одной и той же строке приводятся слова, сходные по значению:

длинный ‘большой (по размеру)’ — ср. *длинное платье, длинный путь* (путь, который имеет большую длину);

долгий ‘большой (по времени)’ — ср. *долгое ожидание, долгий путь* (путь, для прохождения которого требуется много времени).

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

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

Задание 2. «Пространство» — «время».

Комментарий. [1] Слово *короткий* может относиться не только к пространству (*короткое платье, короткий карандаш*), но и ко времени (*короткие сроки*), но важно, что слово *краткий* по отношению к пространству употребляться не может (нельзя сказать **краткое платье, *краткий карандаш*)⁸.

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

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

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

2. Проанализировав условие, можно выделить две группы глаголов языка кук тайорре: с кратким гласным в первом (или единственном)

⁸Знак * («звёздочка») используется в лингвистике для указания на неправильность слова, выражения или предложения.

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

первый гласный краткий: $C_1V_1C_2 - V_1C_2$ — остаток (*kun-un-ut*)

первый гласный долгий: $C_1V_1V_1 - C_1V_1 - C_2$ — остаток (*thaa-tha-ngk*)

Задание:

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

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

3. Из условия задачи следует, что в баскском языке для называния сестёр и братьев используется по два термина: *arreba* и *ahizpa* для сестёр, *apaiá* и *neba* для братьев. Легко видеть, что выбор одного термина из пары определяется полом того человека, для которого устанавливается факт родства: сестра женщины по имени Исашкун — *ahizpa*, а сестра мужчины по имени Альберток — *arreba*; брат женщины Ициар — *neba*, а брат Альбертока (мужчины) — *apaiá*. Пользуясь текстом условия задачи и первого задания, можно установить пол четырёх персонажей: Исашкун, Ициар — женщины, Альберток, Микель — мужчины. Пол человека по имени Кольдо из условия и задания 1 не устанавливается.

Представим установленные соответствия в виде таблицы:

Пол человека	Мужской	Женский
Наименование для его/её сестры	<i>arreba</i> (предложения 1, 3)	<i>ahizpa</i> (предложения 2, 3)
Наименование для его/её брата	<i>apaiá</i> (предложения 3, 4)	<i>neba</i> (предложение 2)

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

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

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

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

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

Критерии проверки и награждения

Решения задач оценивались в баллах следующим образом.

Задача 1.

Задание 1.

(точка) — миг / момент / мгновение [1 балл]

кое-где / местами — (иногда) [1 балл]

короткий — (краткий) [1 балл]

(земляк) — современный / ровесник / сверстник [2 балла]

линейка / рулетка / (санти)метр / компас — (часы) [1 балл]

(территория) — период / эпоха [1 балл]

бесконечный (бескрайний — чуть-чуть хуже) — (вечный) [1 балл]

(в каждой строчке достаточно указать любое подходящее слово)

Итого 8 баллов.

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

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

Задача 2.

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

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

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

Задача 3.

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

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

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

Задание 2 — за верно выполненное задание 2 балла.

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

Итоги конкурса по лингвистике подводились по следующим критериям.

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

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

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

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

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

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

Статистика

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

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

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

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

Сведения о распределении баллов по задачам.

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

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

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

Конкурс по литературе

Задания

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Сочините свою коротенькую басню (можно в прозе).

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Ответы и комментарии к заданиям конкурса по литературе

Задание 1.

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

Сходство этих стихотворений очевидно.

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

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

Многие хорошо сформулировали и самые явные отличия.

Сергей Орлов пишет о солдате, умершем в бою, первое стихотворение более величественное. Обычного солдата автор возвышает над остальным миром. Это показано даже в том, что окружает погибшего: Млечный путь, тучи, метелицы, ветра. И если обычно пишут о том, что умершего будет окружать обычная жизнь, то этого солдата окружают стихии, неподвластные человеку. И положен солдат не в землю, а в шар земной, который будет ему не могилой, а мавзолеем.

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

Оба этих стихотворения рассказывают историю солдата, но история первого — история погибшего в бою, а история второго — история

расстрелянного за трусость. Причём непонятно, справедливо его расстреляли или нет, потому что сначала автор пишет: «Не выдержал. Не смог. Убёг.», а дальше: «Что взвода общую беду он избежал совсем случайно». Хотя, скорее всего, он действительно нарушил устав, сбежал.

Оба этих стихотворения — о погибших солдатах, но настроения совсем разные. В первом чувствуется, что этот солдат, хоть он «без званий и наград» — герой, появляется чувство гордости оттого, что он погиб за Родину. Чувствуется грусть автора, даже нежность к погибшему солдату, да и не только к нему, но и ко всем простым ребятам, вот так же погибшим в войну. «Положен парень в шар земной» — это значит, что весь мир помнит этих солдат, что люди благодарны им за то, что они помогли сохранить его, чтобы он стал таким, какой он сейчас.

Ваньку же взводного, наоборот, никто не помнит («Он тихо канул в речку Лету») . . . (Александра Красовская, 8 кл., ИНТЛ)

Но основные различия, я думаю, в том, что первое стихотворение рассказывает нам не о конкретном солдате, а об образе всех тех погибших солдат, отдавших жизнь за Родину. Возможно второе стихотворение рассказывает нам о нём же, но поэт, написавший второе стихотворение, использует конкретику, говоря имя солдата, ситуацию и описывает его смерть. (Полина Мерцалова, 6 кл., школа «Интеллектуал», г. Москва)

Очень показательно то, что упоминаний о ВОВ нет, пространственных, временных указаний на неё нет (в отличие от второго стиха). Человек, не знающий автора, вряд ли сразу поймёт, какое время имеется в виду, оно бесконечно в космическом пространстве. И понятие войны становится ещё более масштабным: любая война жестока, и любая война не должна быть забыта.

Во втором стихотворении мы можем точно понять, когда и где происходило действие: лето 1943, Днепр. Этого нет в предыдущем стихотворении. (Дана Аесаиаулова, 11 кл., гимназия № 1514, г. Москва)

Смысл стихотворения в том, чтобы указать читателю, что о подвиге солдата помнит вся земля, ставшая ему мавзолеем, естественной гробницей и памятником, причём ставшая просто, без вопросов, на веки вечные, как бы сразу и до конца осознав всю важность подвига этого парня. Тот подвиг был велик, он стоит наравне с силами природы: с «ветрами», «метелью», «тучами» и звёздами, и эти силы воспринимают его как равного. И мы, читатели, люди, не должны забывать того героя, которому благоволит сама природа, которому вся «земля — мавзолеем». Колосален подвиг, и колосален масштаб памяти о нём. Несмотря на свою

тематику, стихотворение имеет мажорный настрой.

Второе стихотворение отличается от первого уже по настроению — оно печальное, подчёркивающее брэнность и бесценность человеческой жизни. (Людмила Антонова, 10 кл., гимназия № 1514, г. Москва)

Но если в понимании первого стихотворения участники конкурса едины, то второе вызвало серьёзные разногласия. Многие сочли, что Слуцкий рассказал о предателе и дезертире, справедливо наказанном и вызывающем презрение и у поэта, и у читателей. Другие увидели в стихотворении Слуцкого лишь сухость и равнодушные.

... Не чувствуется даже жалости к расстрелянному солдату. Стихотворение не заполнено никакими чувствами, оно выглядит, как сухая констатация факта, и у читателя это не вызывает никаких чувств: было и было. Автор даже не осуждает солдата. (Александра Красовская)

Третьи сумели почувствовать за подчёркнуто нейтральной интонацией трагедию. (Это при том, что из стихотворения действительно непонятно, «убьёт» ли Ванька-взводный или случайно избежал общей судьбы).

В стихотворении Бориса Слуцкого персонажа казнит государство. Несчастный боец сражался за государство, и по счастливой случайности остался жив при взрыве, хотя остальные солдаты погибли. Но эта случайность обернулась для него погибелью и позором. Его обвинили в измене, в том что он струсил. Его, который сражался, бился за свою родину...

Действовал принцип; если ты не умер со всеми — предатель, трус; если умер — то ты просто сделал свой долг. (Екатерина Трохина, 8 кл., центр образования № 548, г. Москва)

По сути его (Ваньку) убивают за то, что он уцелел. (Мария Фролович, 10 кл, гимназия, г. Новозыбков Брянской области).

Признаюсь, когда я читала это стихотворение, я сначала думала о «Ваньке-взводном» без сочувствия и сожаления. Но потом автор показывает читателю, что этот солдат отнюдь не бессердечный предатель и нет никакого права считать его таковым. Да, по счастливой случайности он избежал смерти от пуль врага, суд посчитал это предательством.

Автор заканчивает стихотворение обыденными строками, описывающими погоду, подчёркивая несправедливость расстрела Ивана. Теперь все будут думать о нём, как о предателе, а потом и вовсе забудут. Имя его опозорено, памяти и уважения ему не будет. А разве хотел он такой судьбы и такого имени?

Это стихотворение можно назвать уникальным. Редко где встретишь понимание трагедии таких людей. (Мария Давыдова, 10 класс, центр образования № 1296, г. Москва)

Во второй строфе Б. Слуцкий показывает всю безысходность положения солдата. Ведь «убили всех до одного, его не тронув одного» (автор использует омоформы). И даже тайну Ваньке пришлось унести с собой в могилу, ведь не осталось больше его товарищей, которым бы он рассказал обо всём, хотя кто бы его стал слушать!

В предпоследней строфе мы видим всю спешку судопроизводства, также как и всю его нелепость. «Даже холмик не насыпан» — вот как торопились! (Дарья Гладких, 11 кл., школа № 5 г. Шебекино Белгородской обл.)

В стихотворении «Расстреливали Ваньку-взводного» показана судьба солдата, который не был убит в бою, «взвода общую беду... избежал совсем случайно», но суд посчитал его изменником, ведь он «убёг» — сходно с поведением Николая Ростова в первом его сражении. (Маргарита Лихошерстова, 11 кл., ИНТ, Белгородская область)

Рассуждения об общем смысле стихотворений в удачных работах сопровождаются интересными наблюдениями над лексикой, интонацией, стилем.

Одна юная участница конкурса составила такую табличку.

Признанный герой	— Отвергнутый
В основном настоящее время	— Прошедшее
Речь	— История
Нет имени	— Иван
Что случилось после его смерти	—
	и как его помнят — Вся история смерти

(София Азбарова, 8 кл., школа № 192, г. Москва)

Первый стих больше похож на оду — второй же — на горькую историю загубленной жизни. (Яна Матвеева)

Стихотворения разные и по стилю: первое написано более красивым языком, рифмы подобраны более точно; второе написано более простым языком, как будто рассказывает другой простой солдат. Первое стихотворение насыщено метафорами («Млечные пути пылят», «Тучи спят...»), «Положен парень в шар земной», «Ветра разбег берут»), а во втором их вовсе нет. (Александра Красовская)

Слово «друзья» употребляется дважды, причём сначала как обращение к читателям («Всего, друзья, солдат простой...»), а потом поэт как

бы делает своего читателя участником описываемых событий, так как те же друзья хоронят солдата («Руками всех друзей положен парень в шар земной»). (Анна Петухова)

«Друзья» есть и в первой части и в третьей, и смысл у них разный, в первой — это молодое поколение, не знающее войны, в третьей — это боевые товарищи солдата, которые похоронили его после боя. (Дана Аесанаулова, 11 кл., гимназия № 1514, г. Москва)

... присутствуют и фольклорные мотивы: «давным-давно» (похоже на сказочный зачин), «метелицы метут» (намеренный повтор). (Вероника Юрченко, 11 кл., школа «Интеллектуал», г. Москва)

В отличие от первого стихотворения, автор делает солдата ближе к читателю, наделив его именем: Ванька. (Виктория Привалова, 10 кл., школа № 9, г. Новозыбков Брянской обл.)

Второй автор пишет проще. Автор сближает нас с героем, называя его имя и подробно описывая то, что с ним случилось. Без обобщений, только повествование. (Никита Ульянов, 10 кл., СМУН, г. Самара)

И даже последнее четверостишие, начинаясь с мифологического образа реки Леты, заканчивается совершенно бытовой фразой про утро, лето и жару. (Евгения Авилова, 11 кл., гимназия № 1514, г. Москва)

В первом стихотворении автор использует стилистически приподнятые слова, инверсию. Автор описывает такое обычное (для военного времени) событие, как смерть простого солдата «без званий и наград», как нечто, имеющее огромное значение. Для него смерть этого человека — исчезновение целого мира. Автору важно, что тело этого солдата будет лежать в земле «миллион веков». Он зарыт не просто в землю, а в «шар земной», его хоронят не просто какие-то люди, а «все друзья». Вокруг него — вся вселенная («Млечные Пути пылят»). В описании автора первого стихотворения этот погибший солдат — центр мироздания.

Во втором же стихотворении автор использует стилистически сниженные слова и выражения. Смерть Ивана — совсем не значительное событие:

И даже холмик не насыпан
Над ямой, где Иван засыпан.

Иван — самый обычный человек с присущими ему слабостями: «Не выдержал. Не смог. Убёг.» (Алина Прудникова, 10 кл., гимназия № 1567, г. Москва)

Слуцкий рассматривает здесь трагедию одного человека, в отличие от Орлова, но в то же время его судьба — смерть в забвении — схожа с судьбой тысяч других солдат.

Слущкий не даёт чёткого описания местности, но указывает чёткое географическое место — реку Днепр, сравнивая его с рекой забвения — Летою, упоминающейся в античной мифологии, и указывая помимо места — время года. Имея схожую военную тему, стихотворения наполнены разными чувствами боли. В первом — это скорбь душевная по всем погибшим людям, у которых были несбывшиеся мечты, друзья и своя жизнь. Во втором ощущается не только душевная, но и физическая боль, передающаяся через описание гибели взвода и расстрела Ваньки. (Ирина Елизарова, 11 кл., центр образования № 654, г. Москва)

Особенно интересными оказались попытки осмыслить «простоту» стихотворения Слущкого как особенность поэтики. Самые тонкие участники конкурса понимают, что выразительны могут быть не только метафоры, но и их отсутствие, просторечия, неправильности, грамматические ошибки, бедные рифмы и упрощённый синтаксис.

Очень ценны также некоторые наблюдения над ритмом и рифмой.

Лишённое метафоричности стихотворение Слущкого производит на читателя особое впечатление с помощью игры слов, рефренов и звуковых особенностей: «бомбардировщики бомбили», «не насыпан — засыпан», «удар — удар». (Ирина Елизарова).

Во втором мы видим несколько несочетаемых словосочетаний (тавтология, но как ещё назвать?), вроде «избежал беду», «не устерёг рубежа»; здесь есть много просторечных слов: «убёг», «совсем случайно». Можно заметить во второй и четвёртой строфе вроде бы недопустимые рифмы: «одного — одного» и «насыпан — засыпан». (Любовь Федотова, 9 кл., школа № 179, г. Москва)

Первое стихотворение написано напевным стихом (т. к. границы синтаксических единиц в этом стихотворении совпадают с границами ритмических), второе же — говорным, т. к. есть внутрстиховые паузы. (Алина Прудникова)

Напевный, протяжный ритм, парная рифма (два раза вместо рифмы даже стоят одинаковые или почти идентичные слова) создают сходство с народной песней. Этот же эффект создают и имя главного героя — Ванька, Иван, и такой приём, как употребление просторечий. Вообще язык здесь очень простой, совсем разговорный. Автор часто использует повторения слов — убили, одного, удар, речка. (Дарья Скоробогатова, 11 кл., центр образования «Пятьдесят седьмая школа», г. Москва)

В первом стихотворении для поддержания торжественного ритма происходит чередование количеств стоп (4-3), а второе в этом отношении более монотонно, оно создаёт картину бытового явления, которое

вступает в противоречие с трагическим содержанием. Первое дано единой песнью и имеет кольцевую структуру, второе разделено на четверостишия, которые суть своего рода главы в этой «повести». (Людмила Антонова, 10 кл., гимназия № 1514, г. Москва)

Пиррихий в первой же строфе второго произведения настраивает читателя на разговорную речь и, следовательно, обыденную историю. Немалую роль играет звукопись: «Бомбардировщики бомбили». Нарочитая концентрация взрывных губных «б» и «м» проявляются в воображении в яростную, напористую атаку. «И даже холмик не насыпан // Над ямой, где Иван засыпан», — здесь скопление глухих, шипящих и повторяющийся «а» создают ощущение пустоты, пронизывающего ветра и степной глади. (Анна Ладченкова, 11 кл., школа № 3)

Завершим обзор удачных работ о стихотворениях поэтов-фронтовиков замечаниями о последней строфе второго стихотворения.

Необычна концовка. Упоминание мифической реки под названием Лета заметно диссонирует с остальным стихотворением. Рифма меняется с парной на перекрёстную, меняется интонация, и перед нами встаёт картина жаркого, знойного летнего дня, свежезасыпанной песчаной могилы, и звучит всё это спокойно, тихо и печально. (Дарья Скоробогатова)

Одного, одного, одного — трижды, как эхо повторяется это слово. Бой не выходит за свои рамки, не становится боем сил природы, но чувство одиночества становится тотальным, из одной точки расходящимися повсюду: в сердце читателя, в душу автора.

Как после страшного пожара, мирно тлеют мрачные его знаки — чёрные угли, так и последняя строфа этого напряжённого произведения оказывается как будто спокойной. (Максим Юдов, 10 кл., гимназия № 1514, г. Москва)

Весь пафос, весь смысл и трагизм стихотворения заключён в строке «он тихо канул в речку Лету», а ничтожность жизни солдата в глазах тогдашнего руководства лишь подчёркивается тем, что после слов о его смерти следует описание погоды, жары, из-за которой казнь была совершена утром. «Жизнь человека не стоила ничего» — вот что хотел сказать автор. (Людмила Антонова)

Затем автор обращается к сниженному пафосу, упоминая о «речке Лете». В последних двух строках автор пишет о событиях (утро, жара), лишь косвенно относящихся к судьбе Ваньки-взводного: таким образом настроение ещё более снижается, как будто автор подчёркивает некую обыденность произошедшего: люди становятся машинами для убийства

(о чём опять же писал Толстой в «Войне и мире», например в эпизоде с гибелью Платона Каратаева или убийстве одного русского человека). (Вероника Юрченко)

... простой рассказ в натуралистических тонах и с горькой иронией (До речки не дойдя Днепра, он тихо канул в речку Лету). (Геннадий Андреев, 11 кл., школа «Интеллектуал», г. Москва)

Особого внимания заслуживает 5-й катрен. Отличающаяся от предыдущих четверостиший перекрёстная рифмовка заставляет обратить внимание на этот фрагмент. Сопоставление двух речек — Днепра и мифической Леты — показывает взаимосвязь бытия и небытия. Неожиданное «зане» приближает стихотворение к летописи. (Анна Ладченкова)

Если в первом рифма везде перекрёстная, то во втором в большей части повествования она парная, а в последнем четверостишье становится перекрёстной — ставится философско-нравственная точка. (Людмила Антонова)

Задание 2.

Первая и третья реплики принадлежат Тарасу Бульбе, герою одноимённой повести Н. В. Гоголя, вторая и четвёртая — Собакевичу, персонажу поэмы «Мёртвые души»; о нём же говорится и в последнем фрагменте. Сходство очевидно: оба говорящих требуют на стол «всего барана», оба противопоставляют русскому размаху неправильные представления других народов — «дурней латынцев» или «немецкой жидкокостной натуры». Литературовед Ю. В. Манн, в монографии которого «Поэтика Гоголя» сопоставлены и проанализированы приведённые в задании отрывки, писал: «Мы приходим к парадоксальному выводу: в описании Собакевича применены те же детали пиршественного образа, что и в описании Бульбы». И тем не менее многие участники конкурса сумели не только правильно назвать произведения и персонажей, но и удачно прокомментировать своё решение.

Оба героя говорят, чтобы ставили на стол всего, да побольше, но при этом у Тараса реплика вызвана удалством, радостным известием (приездом сыновей). (Денис Гордеев, 11 кл., школа № 1256, Москва)

За словами Бульбы стоит скрытая радость, что сыновья вернулись. (Щербин Алексей, 11 кл., школа № 2, г. Трубчевск Брянской обл.).

Характер героя — темпераментный, сильный, хлебосол, страстный, горячий человек, у которого «всё горит». Горилка пенится — бурное выражение радости. Чисто украинское застолье, от души приготовленная еда, щедрость (коза, баран) — всё это напоминает мне Тараса. Сыно-

вья Тараса обучались латыни — потому я и догадалась. «Сынку» — сын по-украински. (Яна Черновская, 10 кл., школа № 1, г. Апатиты Мурманской обл.).

Гоголь относится к первому герою как к истинному казаку, казак обязательно должен любить горелку. (Дмитрий Логвиненко, 7 кл., школа № 39, г. Севастополь).

Собакевич — угрюмый, грубый и невежественный помещик, в каждом слове которого проявляется его тяжёлый нрав. Даже потчюя гостя, он продолжает ругаться и ворчать. (Софья Буздык, 11 кл., лицей № 1, г. Брянск).

В данных репликах проявляется скорее не отношение автора к героям, а характеры самих героев: в перечислении еды из уст Тараса Бульбы есть что-то широкое, удалое, раздольное; сама жизнь его, как та горилка, «играет и пенится, как бешеная», и в этом удалом светлом раздолье видно расположение автора к герою.

Желание же Собакевича поставить на стол целого «гуся, свинью, барана» лишний раз подчёркивает его твёрдую позицию (во всём в жизни), какую-то неуклюжесть, приземистость, необычайную грубую прочность (опять же, во всём). На нерасположение автора к Собакевичу указывает фрагмент, где он «... опрокинул половину бараньего бока...». То, что он «всё обгрыз, обсосал до последней косточки», наводит на мысль о его совсем грубой, почти звериной натуре. (Людмила Антонова, 10 кл., гимназия № 1514, г. Москва)

В этой фразе тоже видна несдержанность героя, его приверженность к материальному, к тому же фраза «обгрыз, обсосал до последней косточки» вызывает ассоциации с животным, для которого еда — основа жизни.

Даже в таких коротких цитатах автор смог передать своё отношение к персонажам — если Тарас Бульба располагает к себе, то Собакевич вызывает брезгливость и неприязнь. (Ольга Гавриш, 10 кл., школа № 200, г. Москва)

И Бульба, и Собакевич считают, еды на столе должно быть много, однако если Тарас требует большого количества еды потому, что это соответствует его широте души, Собакевич ест много, чтобы утолить голод. Таким образом представленное высказывание относится к Собакевичу — это видно по его манере еды — он ест жадно, грубо, ничего не оставляя на тарелке. (Яна Матвеева, 11 кл., центр образования № 654, г. Москва)

В этих высказываниях проявляется отношение автора к героям, так как в Тарасе он видит народный разгул, а в Собакевиче — излишнюю

жадность и чрезмерный аппетит. (Ксения Ластушкина, 10 кл., лицей № 52, г. Рязань)

Вторая часть задания оказалась под силу не только старшеклассникам.

1. Н. В. Гоголь, «Ночь перед Рождеством»
2. Тургенев «Записки охотника»
3. А. С. Пушкин «Сказки»
4. А.С. Грин «Алые паруса»
5. Ж. Верн «Таинственный остров»
6. И. А. Крылов «Демьянова уха»

Везде разное предназначение описания еды, приёма пищи и разговоров о еде. Например: В (1) это даёт описание украинской кухни, отношение украинцев к еде. Во 2-ом примере Тургенев применяет этот приём для того, чтобы раскрыть характер персонажа, дать описание деревенского быта. В (3) дано описание пиров, богатства, бедности, быта, нравов, отношений. В (4) Грин показывает грубость и толстокожесть жителей Каперны, бедность семьи Асоль. В (5) Ж. Верн описывает жизнь и быт колонистов. В (6) Крылов показывает отношение к этой ухе двух соседей, отношение их друг к другу, их характеры. (Ирина Костенко, 6 кл., школа «Интеллектуал», г. Москва)

В произведении Лермонтова «Песня про купца Калашникова» описывается царский пир. Царская чаша с вином была символом дружбы и подчинения царю его подданных. Кирибеевич не пьёт этого вина, чем провоцирует царский гнев. (Ирина Костенко, 7 кл., гимназия № 4, г. Курск).

«Дюймовочка» — Г. Х. Андерсен хотел показать, что Дюймовочка очень мало ест и до какой же степени жаден крот. Поэтому он описывает, как Дюймовочка съела ползернышка. (Татьяна Авдеева, 9 кл., центра образования № 548, г. Москва)

Чаще всего участники конкурса писали о произведениях русской классической литературы.

Очень много о еде писал Гоголь, например, в «Старосветских помещиках». Там с невероятной точностью и детальностью описаны блюда. Любовь, собственно, и выражается отчасти в этих блюдах. (Екатерина Зорич, 11 кл., центр образования «Пятьдесят седьмая школа», г. Москва)

Очень много внимания еде уделено в «Старосветских помещиках»: и описание плодовых деревьев, и нескончаемых запасов П. И. в кладо-

вой, и непосредственно обед с огромным количеством домашних блюд. Здесь еда — одна из составляющих рая.

Целой отдельной характеристикой героев еда является в поэме «Мёртвые души». Про обед у Собакевича упомянуто выше. За обедом у Манилова у младшего хозяйского сына «обе щеки лоснились жиром», когда он «грыз баранью кость». Какое-то звериное описание трапезы, не совсем похожее на человеческое.

Вся еда Плюшкина состоит из засохшего кулича, что тоже его очень ярко характеризует. Кулич — кушанье, приготавливаемое на Пасху. Плюшкин засушил кулич, как засушил свою душу. (Людмила Антонова, 10 кл., гимназия № 1514, г. Москва)

Часто писатели используют описания трапез для изображения контрастов (еда в армии и шикарный стол на обеде в честь Багратиона в «Войне и мире»). У Пушкина описание трапезы заявлено уже в названии «Пир во время чумы», с помощью описаний трапез читатель более глубоко погружается в жизнь Евгения Онегина в одноимённом произведении.

В «Ночи перед Рождеством» и в «Сорочинской ярмарке» Гоголь очень ярко описывает кулинарные пристрастия жителей Малороссии, что позволяет погрузиться в быт, составить своё впечатление о жизни героев произведений. (Анастасия Михайлова, 11 кл., школа № 237, г. Москва)

Г. Р. Державин в одну из од, нарушая традиции классицизма, вводит описание еды, что считается новаторством в творчестве этого поэта. (Ульяна Федорцова, 11 кл., Суземская школа № 1 Суземского района Брянской области)

Феврония из «Петра и Февронии Муромских» собирает крошки хлеба в ладонь, но делает это не от жадности, а от своей набожности. (Яна Матвеева, 11 кл., центр образования № 654, г. Москва)

В «Евгении Онегине» описывается, что ел высший свет Петербурга и что — скромные помещики Ларины. В «Толстом и тонком» написано, какой едой пахло от героев. Подробно описываются трапезы Обломова, нашедшего сытый приют у Пшеницыной. На мой взгляд, это необходимо писателям для того, чтобы описать быт различных групп населения, социальное положение и характеры героев. (Александр Алябухов, 10 кл., школа № 84, г. Самара)

В стихотворениях Пушкина часто возникает мотив дружеской пирушки, раскрывающий единение лицейского братства. Пицца и вино в них — проявление склонности к эпикуреизму. (Анна Ренард, 11 кл., гимназия № 1543, г. Москва)

«Обломов» (Гончаров) — Обломов у своей возлюбленной пьёт чай и набирает себе много печенья (этим подчёркивается его неловкость и стеснительность).

«Крыжовник» — Чехов показывает, как растение, пища «подчиняет» себе человека, который при этом теряет человеческий облик и становится похожим на свинью.

«Демьянова уха» — басня, где еда символизирует навязчивость хозяйина. (Мария Марковская, 11 кл., школа № 1 г. Раменское Московской обл.)

Есть интересные наблюдения над русской литературой XX века.

У Ю. Левитанского есть стихотворение «Воспоминание о салe». Это стихотворение о том, как в Великую Отечественную войну, зимой, когда пора уже было отступать, он с солдатами в окопе ел сало. Быстро, торопясь. Сало было розовое и веснушчатое, «как младенец», говорится в стихотворении. Это странное сравнение сала с ребёнком контрастирует с жестокостью и кровавостью войны. (Наталья Константинова, 10 кл., школа № 10, г. Брянск).

Впечатляет то, как образ еды раскрывается у «лагерных» писателей XX века, демонстрируя через взгляд на пищу героев, голодных и измученных, их трагическое представление о мире (Шаламов, «Колымские рассказы»). В «Верном Руслане» Вадимова — образ всплывающей в сознании пса колбасы; гастрономические мотивы, мысли Шарика о желанной еде в «Собачьем сердце» Булгакова. (Анна Ренард)

В «Собачьем сердце» Шариков определяет людей по тому, что они едят. (Екатерина Иванчик, 11 кл., школа № 1, г. Стародуб Брянской области)

И наконец, многие участники конкурса продемонстрировали хорошее знание зарубежной литературы и понимание того, какие функции в произведениях разных эпох может выполнять описание еды.

Во многих произведениях Чарльза Диккенса («Давид Копперфилд», «Оливер Твист») пища в разные периоды жизни героя необходима, чтобы показать его переход из одной социальной группы в другую. Так, ребёнком Давид ест просроченные пирожные или хлеб, а став взрослым молодым человеком с хорошим достатком, задаёт званые обеды с большим количеством вкусных блюд. Тот же приём используется, например, в произведении Марка Твена «Принц и нищий» — как различные трапезы в королевских покоях и в бедных лондонских кварталах.

Часто еда или напитки играют довольно важную роль в сюжетной линии произведений или в системе образов — например, в «Вине из одуванчиков» и «Алисе в Стране чудес». (Яна Матвеева, 11 кл.)

«Айвенго» — здесь пир показан как неперемный атрибут любых переговоров. (Данила Пушной, 8 кл., школа села Старый Кривец Ново-зыбковского района Брянской области)

В «Дон-Кихоте» Сервантеса граф и графиня, которых встретили Дон Кихот и Санчо Панса, устроили им шикарный ужин в честь его рыцарского звания. Дон Кихот был умилен, а граф и графиня смеялись над ним. (Анастасия Луговая, 9 кл., школа № 36, г. Брянск)

Часто трапеза используется, когда автор, описывая две параллельные жизни, с помощью описания еды показывает контраст между жизнью одного и жизнью другого персонажа. Пример: Марк Твен, «Принц и нищий», или Шарль де Костер, «Легенда об Уленшпигеле». В «Легенде» Костер постоянно описывает еду: простые люди, у которых мало денег, едят бобы, и женщины постоянно придумывают из них новые блюда, чтобы один и тот же продукт не надоел их мужьям. Тут же на страницах книги описывается обед во дворце у знатного, богатого человека: разнообразие и количество блюд поражает воображение. Разумеется, у изображений еды есть и другие цели, например, передать колорит, настроение, быт и традиции времени и народа. В «Легенде» самым ярким персонажем, связанным с едой, несомненно является Ламли Гудзак, и из его уст мы можем узнать всё о еде во Фландрии и вообще в Европе в эпоху Средневековья. Среди множества описаний еды для того, чтобы показать одновременно традиции и контраст между едой разных людей, можно выделить ещё произведение Вальтера Скотта «Айвенго», где особенно запоминается глава, в которой рассказывается об ужине в замке отца леди Ровенны, и известную книгу Марка Твена «Янки при дворе короля Артура», где автор рассказывает скорее всего частично вымышленные, но очень яркие особенности обычаев, этикета и собственно кухни VI века.

Очень во многих произведениях можно встретить красочные и подробные описания кухни, традиций и т. д., и каждый раз автор использует их для более точной передачи своей мысли, как Марк Твен для отражения неравенства между разными слоями общества, Шарль де Костер для отражения быта, обычаев и опять же социального неравенства или как И. Ильф и Е. Петров для ещё одной насмешки над недоступностью пива для людей, не состоящих в профсоюзе. (Мария Химуля, 9 кл., школа № 444, г. Москва)

Задание 3.

Подверглась переделке басня И. А. Крылова «Кот и повар». Использованные цитаты:

О времена, о нравы! (Цицерон)

Ключи, ключи мои! («Скупой рыцарь», А. С. Пушкин)

Карету мне, карету! («Горе от ума», А. С. Грибоедов)

Я гибну — кончено — о Дона Анна! («Каменный гость», А. С. Пушкин)

Ужасный век, ужасные сердца! («Скупой рыцарь», А. С. Пушкин)

Кроме того, можно обнаружить изменённые цитаты из известных произведений.

Я уже 33 года служу поваром и ни разу не видывал... (ср. «Он рыбачил тридцать лет и три года и не слыхивал, чтоб рыба говорила» — «Сказка о рыбаке и рыбке», А. С. Пушкин).

О кошки, порожденья крокодилов! — *Фраза переделана из фразы «О люди! Порожденья крокодилов!» из трагедии «Разбойники» Шиллера. В России фраза стала популярна после постановки на сцене пьесы А. Н. Островского «Лес», где эти слова декламирует, утрируя шиллеровский пафос, провинциальный актёр Несчастливцев.* (Ольга Гавриш, 10 кл.)

... Я никогда и двух стихов не написал (Ср. «и никогда в жизни я не сочинил даже двух стихов» — «Братья Карамазовы», Ф. М. Достоевский). *«И помнил, хоть не без греха, / Из Энеиды два стиха».* (Ульяна Федорцова, 11 кл., школа № 1, г. Брянск)

Драма — род литературы, создаваемый для постановки на сцене; в драме всё действие не длится долго, произведение построено на конфликте (противоборстве), в котором прямо или косвенно участвуют все герои. (Юлия Булкина, 11 кл., школа № 59, г. Брянск). *В отличие от эпоса события в драме разворачиваются в настоящем времени.* (Анастасия Климовцова, 11 кл., Погарская школа № 2, Брянская обл.) Драма в узком смысле — это пьеса с острым конфликтом, который не так возвышен, как трагический, но нередко тоже завершается гибелью или поражением главного героя.

Для драмы характерны эмоциональные реплики героев, некоторая пафосность, для того чтобы вызвать сопереживание, сострадание, «живой» диалог со зрителем. (Лариса Василенкова, 10 кл., школа № 11, г. Брянск)

Басня — это краткий, стихотворный (а иногда прозаический) рассказ — аллегория нравоучительной направленности. Нравоучитель-

ность в басне, в отличие от притчи, не наставляет, а иронически и сатирически высмеивает дурные поступки или явления. Героями басен часто являются звери, птицы и растения. Этот жанр литературы был известен ещё в античности (Древняя Греция — Эзоп), возродителем басни в 17 веке стал Ж. де Лафонтен, а в 18 веке басня появилась и в России, но наибольшей популярности она достигла при И. А. Крылове. (Светлана Артеева, 8 кл., гимназия № 1544, г. Москва) Перевод из жанра басни в жанр драмы подразумевает изменение структуры текста и ограничивает возможность высказывания точки зрения автора, что в басне очень важно. (Евгения Авилова, 11 кл., гимназия № 1514, г. Москва)

Смысл перевода басни в драму в том, что часто в основе басни лежат какие-то драматические события. И хотя о них часто написано в шутильной форме, тем не менее они бывают достаточно серьёзны и при некотором изменении уже не вызывают у читателей откровенной улыбки. (Екатерина Мельниченко, 10 кл., школа № 64, г. Брянск).

Юмористическая окраска постановки объясняется умышленной драматизацией и преувеличением серьёзности незначительного и банального происшествия. (Анастасия Михалина, 11 кл., Супоневская школа № 1 Брянского района Брянской области).

Вот наиболее удачные басни, прозаические и стихотворные, сочинённые участниками конкурса.

1. Гепард и черепаха

Однажды гепард и черепаха встретились, и гепард сказал: «Давай соревноваться в беге!». «Давай!» — сказала черепаха. Вот начали они соревноваться, гепард уже далеко убежал, а черепаха только от «старта» на полметра отползла. Гепард бежал и не заметил дерева и врезался в него, потерял сознание. А черепаха, пока гепард лежал без чувств, доползла до финиша первой.

Не надо торопиться, «Тише едешь, дальше будешь», но этого гепард не понял, за то и поплатился.

(Дмитрий Агафонов, 7 кл., гимназия № 1505, г. Москва)

2.

Лиса, ложась в кровать,
Ругалась на медведя, что мешал ей спать.
Сама ж вчера, устроив шум большой,
Спать не дала соседям.

Сей басни смысл такой:
Ошибки замечать мы рады у других,
А у себя — не видим их.

(Марина Белянова, 7 кл., школа № 985, г. Москва)

3. Два зайца

Был у зайца славный дом
Под развесистым кустом.
Под кустом он ел и пил,
Редко далеко ходил.
Слышит зайка: «Тук, тук, тук.»
К зайчику стучится друг.
«Дом мой волком разорён,
Можно поживу в твоём?»
Заяц мой нахмурил брови:
«Не хочу гостей я в доме.»
Развернулся его друг,
И ушёл он быстро вдруг.
Но настала осень.
Куст листочки сбросил.
Заяц горем сим разбит.
К другу в гости он спешит.
Но друг нахмурил брови:
«Не хочу гостей я в доме.»
Руку ты подай другому,
Он потом подаст тебе,
Не останешься без дома,
Не окажешься в беде.

(Зинаида Антонова, 8 кл., гимназия № 1515, г. Москва)

4. Хвастливая ворона

Летел по лесу соловей
И заливался дивной песней,
Что восхищала всех зверей,
И не было её чудесней.
Ворона, слыша этот звук,
Всем похвалам зверей дивилась:
«Да разве он ласкает слух?!
Скажите мне, друзья, на милость!
Вот то ли дело я пою. . .

И, говоря про соловья, —
Похуже он поёт меня!
На ветку дуба забралась
Тщеславная хвастунья-птица,
Открыла рот и залилась
Своею песнею певича.
Раздался смех и возмущенье.
Орёт ворона во всё горло!
Но та, не чувствуя смятенья,
Орёт всю ещё упорней.
И вот летят грибы да шишки,
И, со стыдом своим мирясь,
Ворона быстро замолчала
И восвояси убралась.
Не стоит попусту хвалиться,
И дело своё нужно знать:
Петь уметь нужно, коль певичей
Себя захочешь ты назвать!

(Екатерина Трохина, 8 кл., центр образования № 548, г. Москва)

5. Про Ежа

Как-то рано поутру
Во сосновом во бору
Потихоньку, не спеша,
Тихо листьями шурша,
По тропинке, вдоль холмов,
Ёж искал себе грибов.
Долго по лесу бродил,
Ничего не находил.
Вдруг увидел на опушке
Долгожданную чернушку.
Оглянулся Ёж вокруг,
Не поверишь, милый друг,
Вот опушка, так опушка,
Где травинка, там чернушка.
Тут он радостно сказал:
«Вот тебя-то я искал».
Миг прошёл, и гриб уже
Гордо едет на еже.
И, набрав грибов с собой,

Тихо он побрёл домой.
Его ноша не легка,
И уже болят бока.
Той осеннею порой
Брёл Медведь к себе домой.
Подойдя к Ежу поближе,
Произнёс: «Кого я вижу!
Да, Колючий, не узнал.
Как пенёк с грибами стал.
Брат, позволь тебе помочь?»
Ёж ответил: «Лапы прочь!
Справлюсь сам. Ступай, иди.
Не мешай мне на пути!»
Косолапый отошёл,
Мимо Ёж его прошёл.
Полдень, солнышко сверкает
И лучи свои бросает
Наземь, на верхушки дров,
Всё своим теплом согрел.
Вдалеке шумят ручьи.
Свищут в небе соловьи.
А в бору, присев в теньке,
Плачет Ёж наш на пеньке:
«Бедная моя спина!
Как болит, болит она!
Все грибы я по дороге
Растерял, устали ноги.
Вот теперь сажу ни с чем
И грибочков не поем,
Косолапного обидел,
Лучше б он меня не видел.
Ах какой я был глупец.
Понял, понял наконец,
Как я плохо поступил
И каким я грубым был».
Ёж несчастный без грибов
Слез с пенька и был таков.

Мораль:
Гордость, жадность — всё порок,

Никогда не будут впрок.

(Анастасия Фоменко, 9 кл., школа №1028, г. Москва)

6. Соловей и петух

Однажды ранним утром средь ветвей
Сидел уныло серый соловей.
Вдруг подлетел к нему петух и говорит:
«Ну что же ты за птица?
Тебе вовек со мною не сравниться!
Хоть всю окрестность разом облети —
Меня прекрасней всё же не найти.
Тебе ль со мной сравниться в оперенье?
Да и в прекрасном голосе моём?
И ты находишься в глубоком заблужденье,
Что красоту все видят в пении твоём!»
Вдруг соловей запел, и чудным пеньем тем
Вмиг вся окрестность огласилась,
И сердце петуха в волнении забилося.

* * *

Ведь настоящий гений тот,
Кто за него себя не выдаёт!

(Анна Бочарова, 9 кл., центр образования № 57, г. Москва)

7.

Вот как-то раз Волчиха
Купила сарафан.
Красивый он, нарядный,
И на груди — карман.
Увидев то, Лисица,
Вся зависти полна,
Решила всё испортить —
Такая вот она.
Подстроила ловушку
Соседке у дверей,
Большую лужу с грязью
Листвой прикрыв скорей.
Волчиха рано утром
На рынок собралась,
(Ей помогла удача) —
Перешагнула грязь.
Лисица, разозлившись,

Пустилась за ней в путь,
Не вовремя споткнулась —
И в грязь пришлось нырнуть.
А смысл этой басни
Запомните, друзья —
Чтоб в ямы не попасться,
Их рыть другим нельзя!

(Виктория Гусева, 9 кл., школа № 4, г. Фрязино Московской обл.)

8.

Он ел, и слёзы в пасть текли,
И всё его жалели львы,
Гиены, тигры, но, увы,
Ужасно слёзы в пасть текли.
Наш крокодил был доброхот,
Мечтал из тины пить компот.
Но есть так хочется, увы!
И плачет. Как жалеют львы!
Но даже плача, всё же ест,
Не пожалеет, съест в присест.

(Анна Богатырева, 11 кл., гимназия № 1514, г. Москва)

9. Лиса и Воробей

Однажды Воробей решил, что он павлин.
Что он прекрасен и такой один.
И хвастаться он начал на весь свет,
Что никого красивей вовсе нет.
О том услышала лиса,
Подумала: «Вот чудеса!
Прекрасен он... Проверить нужно:
Красивей он внутри или наружно...»
Не долго ей пришлось его искать:
Он на полянке хвастался опять.
Лиса ему сказала: «О, мой друг!
Да ты, смотрю, прекрасней всех вокруг,
Как бы смириться звери ни пытались,
У них к тебе одно лишь чувство — зависть».
Поверя ей, терял он осторожность.
Лиса, используя свою возможность,
Набросилась и съела вмиг его.
Он был красив, что не спасло его.

Мораль:

Будь он не так прекрасен,

Сам для себя не был бы так опасен.

(Ксения Ластушкина, 10 кл., лицей № 52, г. Рязань)

10. История одной мухи

Сидели две мухи около озера и жужжали о жизни, как вдруг одна муха, случайно посмотрев на водную гладь, тут же отскочила, испугавшись. «Это же надо было родиться таким уродливым созданием! — насмешливо прожужжала она, глядя на своё же отражение. — В жизни таких не видела!». Другая муха была удивлена тем, что прожужжала её подруга: «Это же ты, муха! Ты видела своё отражение!». Муха ей не поверила, сказав, что краше её нет существа, что-то прожужжала тихо и невнятно, и наступило молчание. В попытках снова убедиться в том, что это ужасное отражение вовсе не она, она снова посмотрела в водную гладь. Но там она увидела не только то ужасное существо, но и огромную жабу за ним. Мухе стало смешно, что глупое и чудовищное, по её мнению, существо даже не видит угрозы. «Я не только не такая уродливая, но ещё и умная в отличие от **этого**», — подумала она. Спокойно обернувшись и увидев перед собой жабу, она поняла, что на самом деле она и есть то самое существо. . . глупое и слепое.

Многие люди пытаются убежать от не всегда приятной реальности, но она всё равно их настигает, нанося их жизни сокрушительный удар.

(Мария Сидоренко, 10 кл., гимназия № 1544, г. Москва)

11.

Случилось как-то школьнику попасть

На Ломоносовские игры.

Вот где раздолье для ума! Любому школьнику — мечта.

Но наш герой, с рождения упрямый, и счастья своего не оценив —

А школьник, к слову, был ревнив, упрям и очень непоседлив, —

Решил в работе пошутить, и, поместив туда свой стих, домой

спокойненько поехал.

Однако строгое жюри, сей шутки вынести не в силах,

Работу школьника свело своей оценкою в могилу.

* * *

Мораль у басни всем известна —

Для всякой шутки — своё место.

(Бучко Даниил, 11 кл., шк. № 2, г. Старый Оскол Белгородской обл.)

Задание 4.

Главный герой Татьяны Толстой рассуждал так: «... на всё наука должна быть, али сказать, система. Чтобы не тыркаться без толку туда-сюда, а сразу — пошёл и взял. А то у тестя Гоголь рядом с Чеховым стоял, — сто лет ищи, не найдёшь...» Нам, конечно, понятно, что двух классиков можно поставить на одну полку, но Бенедикт до женитьбы книг не читал и, попав в библиотеку тестя Кудеяра Кудеярыча, конечно, растерялся. Герой сначала стал читать всё подряд, а затем решил навести порядок в библиотеке.

На одну полку поставил книги, в названии которых «упоминаются цвета, или у автора «цветная» фамилия». (Полина Киргинцева, 11 кл., школа № 2010, г. Москва)

На следующую полку попали те названия и фамилии, в начале которых повторяются буквосочетания.

Отдельно стоят авторы, фамилии которых имеют отношение к названиям животных.

Далее следуют фамилии, которые ассоциируются с растительным миром.

После располагается ряд авторов, «в фамилиях которых встречаются названия различных частей тела» (Стелла Михайлова, 11 кл., школа «Интеллектуал», Москва).

И, наконец, особая полка отведена книгам, в названии которых есть союз *и*.

Согласившись с логикой героя «Кыси», расставим оставшиеся книги по полкам так: на первую попадут «Алые паруса» и «Белый пароход»; на вторую — Гоголь; на третью — Волков; на четвертую — Заболоцкий, Пастернак, Цветаева; на шестую «Толстый и тонкий», «Принц и нищий». А Лебедев-Кумач мог бы оказаться на двух полках: «как на третьей («лебедь»), так и на первой («кумач» — ярко-красного цвета)» (Мария Васильева, 11 кл., центр образования № 1158, Москва). Впрочем, некоторые и Пастернака готовы отправить на пятую полку, к Хвостенко: «Пастернак — пасть» (Вячеслав Муравьев, СМАЛ, Самара). Есть ещё одно любопытное предложение: «Гоголь — 3 полка, но если учитывать, что Гоголь изначально писал под псевдонимом Алов, то его можно также определить на 1 полку». (Янина Бородина, 10 кл.)

Перебирая книги, Бенедикт с ужасом думал: «Так что же: всё прочитал? А теперь что читать? А завтра? А через год?» К счастью, многие участники Турнира имени М. В. Ломоносова сумели показать, что

запас книг не ограничивается библиотекой Кудеяра Кудеярыча, заполнив седьмую полку. Подобрать подходящие книги можно, конечно же, разными способами. Во-первых, можно взять те произведения, в названии которых упоминается любой материал:

«Медный всадник», «Князь Серебряный», «Гранатовый браслет», «Волшебник изумрудного города» (Наталья Модина, 11 класс, школа № 1, г. Раменское Московской обл.);

«Медный всадник», «Князь Серебряный», «Бычок-смоляной бочок», «Каменный гость», «Снежная королева», «Песочный человек», «Вино из одуванчиков» (Дарья Скоробогатова, 11 кл., центр образования № 57, Москва).

Во-вторых, можно группировать те книги, что связаны только с «металлическими» корнями либо в заглавиях которых значатся металлы или сплавы:

«Медный всадник» (А. С. Пушкин), «Князь Серебряный» (А. К. Толстой), «Серебряный клин» (Глен Чарльз Кук), «Сладкозвучный серебряный блюз» (Глен Чарльз Кук), «Серебряный осёл» (Владимир Лещенко), «Серебряный голубь» (Андрей Белый), «Пенсне в золотой оправе» (Артур Конан Дойл), «Золотой каньон» (Джек Лондон), «Золотой мак» (Джек Лондон), «Золотой жук» (Эдгар Аллан По), «Золотой пруд» (А. С. Грин), «Медный страж» (Александр Прозоров) (Полина Киргинцева, 11 кл., школа № 2010, г. Москва);

«Стальное горло» (М. А. Булгаков), «Как закалялась сталь» (Н. Островский), «Золотое кольцо России», собрание сочинений И. Сталина, «Поэзия серебряного века» (Полина Лосева, 11 кл., школа «Интеллектуал», г. Москва).

Сюда же могут попасть:

«Золото инков», «Приключения Буратино, или Золотой ключик» (Стелла Михайлова, 11 кл., школа «Интеллектуал», г. Москва);

«Железный поток» А. Серафимовича, учебник «История. Железный век» (Мария Марковская, 11 кл., школа № 1 г. Раменское Московской обл.)

«Золотой телёнок», «Стойкий оловянный солдатик», «Сталинградская битва» (Евгения Петрушова, 11 кл., центр образования № 1811, г. Москва);

«Золотая цепь» Грина, «Сказка о золотом петушке» Пушкина (Анна Петухова, 11 кл., центр образования № 1883, г. Москва);

«Золотой горшок» Гофмана, «Серебряные коньки» Мери Мэйп Додж (Анна Ренард, 11 кл., гимназия № 1543, г. Москва);

Железников, «Дюралевое небо», «Огонь, вода и медные трубы» (Екатерина Тортунова, 11 кл., гимназия № 1514, г. Москва);
«Хозяйка медной горы», «Серебряное копытце» (Вероника Юрченко, 11 кл., школа «Интеллектуал», г. Москва);
мадам де Сталь (Мария Руднева, 11 кл., школа № 192, г. Москва).

Приводить весь список книг, попавшихся под руку Бенедикту, с указанием авторов, конечно, смысла не имеет: большинство из них хорошо знакомо всем.

Задания конкурса по литературе и комментарии к ним подготовили: № 1, 2, 3 — Н. А. Шапиро, № 4 — И. К. Чернышёва.

Критерии проверки и награждения

Участникам было предложено 4 творческих задания. Формальные критерии оценок каждого задания не использовались. Решение о награждении принималось жюри персонально на основании экспертной оценки каждой работы.

При первичной проверке жюри использовало условные баллы, которые также сообщаются участникам. Эти баллы, например, дают представление об относительном вкладе ответа на каждое из заданий в итоговую оценку.

В случае, если набрана сумма баллов 21 или более, во всех случаях ставилась оценка «v» (грамота за успешное выступление на конкурсе по литературе).

Оценка не ниже «e» (балл многоборья) ставилась при следующей сумме баллов в следующих классах:

Класс	Сумма баллов, не менее
≤ 6	9
7	10
8	11
9, 10, 11	19

Во всех случаях на основании экспертного оценивания работы могла быть выставлена более высокая оценка.

Обращаем ваше внимание на то, что баллы были использованы жюри на первоначальном этапе проверки, носят технический характер и сообщаются участникам лишь для справочных целей. Поэтому сами по себе эти баллы не являются критерием для оценки работы. В частности, вполне допустима ситуация, когда у одного из участников при

меньшей сумме баллов стоит лучшая оценка, чем у другого участника того же класса с большей суммой баллов.

Статистика

Приводим статистику решаемости задач конкурса по литературе школьниками, участвовавшими в Турнире в Москве и Московском регионе. Учтены все работы по литературе, сданные школьниками в Московском регионе (в том числе и абсолютно нулевые). Школьники, не сдавшие работ по литературе, в этой статистике не учтены.

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

Класс	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	Всего
Всего	0	1	1	10	152	437	685	724	733	514	396	3653
«e»	0	0	0	0	8	43	71	89	72	91	85	459
«v»	0	0	0	0	0	0	0	7	7	9	20	43

Сведения о распределении технических баллов проверки по заданиям.

Баллы	Номера заданий			
	1	2	3	4
0, —	1303	2520	2049	1556
1	1081	501	506	419
2	651	269	338	707
3	307	156	301	498
4	124	89	191	335
5	86	44	153	135
6	43	32	66	0
7	18	13	28	1
8	17	9	15	2
9	5	9	5	0
10	19	12	2	1
> 10	0	0	0	0
Всего	3654	3654	3654	3654

Конкурс по истории

Вопросы и задания

Все задания адресованы школьникам всех классов: каждый может выбрать те, которые ему по вкусу и по силам; достаточно выполнить хорошо (не обязательно полностью) **2 задания** из первых девяти или верно указать хотя бы **10 ошибок** в заданиях 10 или 11 (нужно составить список указанных в текстах событий (фактов), которые на самом деле происходили или **не тогда**, или **не там**, или **не так**, и объяснить, как, где и с кем они происходили — или почему их вообще не могло быть).

1. Назовите трёх Ваших знаменитых тёзок или однофамильцев из прошлых веков. Чем эти люди прославились в истории?
2. Во Франции было 18 королей по имени Людовик. Кто из них, по вашему мнению, наиболее достоин памяти потомков — и за что? Назовите не менее трёх кандидатов.
3. В Древнем Египте был титул «чáти». Какому современному званию он точнее всего соответствует? И ещё: говорят, будто один из чати стал царём, а другой — богом. Правда ли это? Если да, то как это могло случиться? Знаете ли Вы имена этих двух героев?
4. Нацисты в Германии называли своё государство «Третий Райх». Какие державы они называли «Первым» и «Вторым» райхом? Кто и когда основал эти государства? Сколь долго они существовали?
5. В 1066 году герцог Вильям Бастард быстро завоевал Англию. В 1337 году его потомок — король Эдвард 3 надеялся столь же быстро покорить Францию — но ничего подобного не вышло. Как можно объяснить эту разницу в ходе и исходе событий?
6. Хромой Тимур всю жизнь стремился к мировому господству. Но до самой смерти он носил довольно скромный титул — «эмир», хотя некоторые современники Тимура называли себя султанами. Какова причина этой скромности? Кто в ту пору носил более высокие титулы?
7. Тэн-ноо Камеяма, сёгун Минамото Кореясу, сиккэн Ходзё Токимунэ, Ками-кадзе. Какие замечательные события 13 века связаны с этими именами? Какую роль сыграли эти лица в этих событиях? Какого ещё имени здесь явно нехватает?
8. Составьте от имени шеваляе д'Артаньяна отзывы о трёх самых ярких деятелях его эпохи, с которыми он был лично знаком.

9. В декабре 1962 года Л. Д. Ландау был награждён Нобелевской премией по физике. Где происходила эта церемония? Кто в ней участвовал — по заслугам или по должности? Назовите хотя бы пятерых из этих людей.

10. Найдите исторические ошибки в тексте.

Мономах

Князь Владимир Грозные Очи прискакал в Киев с юга, из Тмутаракани, где провёл удачные переговоры с ханом Котьяном и его советником, белым монахом Домиником. Тот недавно уговорил хана креститься, обещав ему помощь западных рыцарей в случае новой войны с киевлянами. Поняв, что назревает очередной крестовый поход Запада против Руси, князь решил вмешаться в опасную игру. Осадив Кафу — оплот генуэзцев в Крыму, — с помощью своего тестя — императора Алексея I Комнина, давнего недруга крестоносцев, Владимир принудил своих противников закончить дело миром.

Оценив соотношение сил, папский легат не стал упрямиться: он вспомнил, что киевский князь — кузен французского короля Луи Толстого и шурина английского короля Генри Плантагенета. Оба христианнейших правителя не любят папу Иннокентия, так что в случае крестового похода на Киев французы и англичане наверняка перестанут посылать в Рим десятину... Этого папа не простит своему легату. Поэтому святой Доминик благословил «вечный мир» степняков с Киевом. Владимир обещал не разорять больше кочевья печенегов, а Котьян поклялся на Кресте не вторгаться на Русь и торжественно передал русскому князю древнюю реликвию — чашу, сделанную его прадедом Аттилой из черепа Святослава, прадеда князя Владимира. Этот обмен положил конец давней вражде; теперь Владимир может заняться внутренними делами Руси.

Прямо с дороги князь направился в храм Софии — молить Бога о вразумлении братьев-князей, готовых нарушить постановления недавнего Любекского собора. Ведь было решено: «каждый держит отчину свою». Но вот уже Всеволод Большое Гнездо хочет подчинить Залесскую Русь, чтобы обеспечить отчинами своих сыновей. Ярослав Осмомысл из Галича Костромского захватил Владимир на Клязьме — любимую резиденцию киевского князя. Юрий Московский тянет свои долгие руки к Новгороду... Брань и усобицы по всей Святой Руси. Пора Грозным Очам усмирить смутьянов. Но на кого опереться в родном Киеве?

По требованию веча, которое призвало Владимира на княжение, из Киева выгнали ростовщиков-евреев; князь отменил долговое рабство. Народ был доволен, но купцы-мусульмане перестали приезжать в Киев вдоль степного Шёлкового пути. Теперь они норовят плыть по Волге: либо на север, к варягам, за янтарём и мехами, либо на юг, к хазарам, за бирюзой и жемчугом. Киев оказался в стороне от мировой торговли: поэтому и не хотят князья Мономашичи слушаться своего старейшину Великого князя Киевского. Что же делать?

При выходе из храма Владимира встретила толпа купцов, тиунов и прочей челяди. Они потребовали немедля созвать собор для спасения Руси от обнищания. Если северные князья откололись от Киева — значит, надо прорубить новое окно в Европу. Киеву нужен союз с городами Ганзы, которые только что добились независимости, разбив императора Барбароссу. Пусть новый путь «из немец в греки» заменит прежний «из варяг в греки»!

И ещё: киевляне должны закрепиться на Волге, вновь взять под контроль Шёлковый путь. Мир князя с печенегами очень кстати: пусть Владимир вместе с печенегами разобьёт астраханских татар, как его предок Святослав с половцами разбил казанских хазар.

Услышав эти речи, Владимир понял: воистину, глас народа — глас Божий! Заключив мир с Котьяном, он и сам подумывал о военном союзе с грузинской царицей Тамарой. Православные грузины давно воюют с хорезмшахом Текешем — он контролирует сейчас западный конец Шёлкового пути. Примирившись между собой, русские и печенеги могут помочь грузинам разбить Текеша; взамен они получают выход на Каспий и Волгу, так что Киев вновь станет хозяином пяти морей.

Киевский собор утвердил смелый план князя. Вскоре он был воплощён, и Киевская Русь опять стала великой морской державой. Позднее церковь причислила князя Владимира и хана Котяна к лику святых, наряду с Домиником Крестителем.

11. Найдите исторические ошибки в тексте.

Гуситы

Коронный гетман Прокоп не спал всю ночь — так растревожил его вчерашний гонец из Авиньона. Казалось бы, добрая весть: наконец издох от водянки мерзкий антихрист — папа Иоанн 12. Остановилось волчье сердце бывшего пирата Бальтазаре Косса; некому направлять очередной крестовый поход против сыновей Божьих — наследников

славного магистра Яна Гуса. Наконец Моравию и Словакию ждёт заслуженный мир! Отчего же так тревожно на душе?

Прага! Вот неизменная заноза в сердце каждого гетмана таборитов — от славного Яна Жижки, павшего при Липанах, до нынешнего победителя крестоносцев — Прокопа Бородатого. Старая Прага никогда не признавала Табор законной столицей Моравии, хотя именно сюда епископ Ян Желивский доставил из Иерусалима прядь волос Христа — знак благоволения Спасителя к новым, истинно верующим христианам. Увы, пражане не тверды в истинной вере; они не прочь сменить христианское народовластие на языческую власть нового императора, лишь бы Прага вновь стала имперской столицей, как было при славном короле Карле 5. Только общий страх перед крестоносцами не позволял распасться непрочному союзу Праги с Табором. Но если крестовые походы прекратятся, что тогда?

Не спал в ту ночь и пражский епископ — кардинал Ян Рокицана. Бесспорно, смерть преступного папы — это перст Божий. Но куда он указывает? Наконец Моравия может помириться с Авиньоном; затем папский престол вновь вернётся в Рим, откуда прежний папа бежал перед полчищами таборитов. Но какой ценой дастся это примирение? Кто станет новым папой? Кто будет новым императором? Что скажет по этому поводу оплот церковной мысли — Святая Сорбонна? Слишком много вопросов... Кто ответит на них?

Лишь под утро епископ ненадолго заснул. И во сне понял всё, как на яву: Империя и Церковь неразделимы! Значит, новым папой станет тот, кто первым найдёт нового императора и убедит весь крещённый мир в том, что найден достойный преемник Карла Великого! Кто сможет сыграть эту роль? Прокоп Великий? Нет — уж очень он неудобен для католиков. Вот Ян Жижка подошёл бы, только он умер... Но жив Янош Хунниади — побратим Жижки ещё со времён Грюнвальда! Этот доблестный венгерский витязь без устали воюет с турками: недавно он разбил их при Варне, снял осаду с Константинополя, перебил турецкий десант в Италии — выручил бесхозный город Рим... Надо срочно договориться с Яношем: этот союз может решить судьбу Европы!

Так и вышло: вскоре отряды Хунниади торжественно вошли в Прагу, где Рокицана увенчал его короной Венгрии, Моравии и Словакии. На могиле Яна Гуса новый король поклялся даровать свободу совести всем своим подданным — католикам и православным. После этого войско таборитов, изготовившееся к обороне, мирно разошлось. Прокоп Бородатый постригся в монахи, а король-миротворец направился в Рим, где собор епископов избрал его императором, а Яна Рокицану — папой.

Новый папа пригрозил отлучить от церкви английского короля, если тот не вернёт Франции её исконные земли, оставив себе лишь Нормандию и Бретань. Смертельно больной Генрих 5 согласился; так закончилась почётным миром ужасная война, ровно сто лет изнуравшая европейских христиан. Вскоре византийский кесарь признал себя вассалом нового Западного Императора, а православная церковь воссоединилась со своей католической сестрой. После этого изгнание турок из Европы было лишь вопросом времени.

Ответы, решения и комментарии к заданиям конкурса по истории

2. *Во Франции было 18 королей по имени Людовик. Кто из них, по вашему мнению, наиболее достоин памяти потомков — и за что? Назовите не менее трёх кандидатов.*

Самый первый носитель имени «Людовик» — это Хлодвиг, вождь франков в конце 5 века, который первым принял крещение и основал династию Меровингов. Далее:

Людовик 6 Толстый (или Собиратель) (1108–1137) — основатель абсолютизма во Франции. При нём в Париже возник университет, где преподавал Абельяр.

Людовик 9 Святой (1248–1270), участник двух крестовых походов и законодатель.

Людовик 11 Паук (1460–1483), объединивший Францию после Столетней войны в централизованное королевство с наёмной армией и бюрократией незнатных чиновников.

Людовик 13 (1610–1643), герой романа Дюма, которому служили Ришелье и д'Артаньян.

Людовик 14 Солнце (1643–1715), превративший Францию в империю. При нём Кольбер, Пикар и Гюйгенс основали Академию Наук.

Наконец: Людовик 16 (1774–1792), казнённый революционерами на гильотине.

3. *В Древнем Египте был титул «чати». Какому современному званию он точнее всего соответствует? И ещё: говорят, будто один из чати стал царём, а другой — богом. Правда ли это? Если да, то как это могло случиться? Знаете ли Вы имена этих двух героев?*

Словом «чати» в Египте называли министра общественных работ. Обычно это был верховный жрец одного из богов, который играл роль премьер-министра при живом боге — фараоне.

Самый знаменитый чати — Имхотеп, верховный жрец Тота и главный строитель первой пирамиды для фараона Джосера (28 век до н. э.). Он также прославился как врач, астроном и астролог. После смерти его объявили богом медицины. Позднее греки переняли этого бога у египтян и назвали его Асклепий (римское произношение — Эскулап).

Другой чати — Рамзес — служил в качестве верховного жреца бога Амёна при воинственном фараоне Хоремхебе (14 век до н. э., вскоре после смерти Эхнатона). После смерти Хоремхеба Рамзес 1 объявил себя новым фараоном и основал в Египте новую 19 династию. Его внуком был знаменитый воитель и долгожитель — Рамзес 2.

4. Нацисты в Германии называли своё государство «Третий Райх». Какие державы они называли «Первым» и «Вторым» райхом? Кто и когда основал эти государства? Сколь долго они существовали?

Первой своей национальной державой немцы считают Римско-Германскую империю, основанную королём Оттоном 1 Саксонским в 962 году — после того, как в 955 году этот король отразил нашествие язычников мадьяр на Германию. Переходя из рук в руки разных династий (Саксонской, Франконской, Швабской, Австрийской, Баварской), эта империя (хотя и разбитая Наполеоном) просуществовала до конца 1 Мировой войны (1918 год).

Вторая германская империя была основана канцлером Пруссии Отто Бисмарком в 1871 году — после разгрома Франции в блицкриге 1870 года. Эта держава (со столицей в Берлине) также существовала до 1918 года.

5. В 1066 году герцог Вильям Бастард быстро завоевал Англию. В 1337 году его потомок — король Эдвард 3 надеялся столь же быстро покорить Францию — но ничего подобного не вышло. Как можно объяснить эту разницу в ходе и исходе событий?

Сравнивая западноевропейское общество 1066 года с обществом 1337 года, мы видим, что **разница** уровней социального развития между островной Англией и континентальной Францией значительно уменьшилась. Например, в 1066 году Англия жила родовым патриархальным строем, ещё без зрелого феодализма и развитой политической культуры её правителей. Напротив, в Нормандии было массовое феодальное военное сословие, во главе которого стоял герцог — абсолютист, способный мобилизовать своих и даже чужих баронов и рыцарей с помощью церковной пропаганды (вторжение в Англию имело ранг Крестового похода на клятвеннопреступников).

Напротив, в 1337 году Англия и Франция были одинаково зрелыми феодальными монархиями. Различались они лишь талантами правивших королей (Эдвард 3 был гораздо энергичнее Филиппа 6) и массой населения (французов было раз в 10 больше, чем англичан). Это последнее различие не могла компенсировать никакая разница в талантах правителей — при примерно одинаковом накале патриотизма в обеих странах.

6. *Хромой Тимур всю жизнь стремился к мировому господству. Но до самой смерти он носил довольно скромный титул — «эмир», хотя некоторые современники Тимура называли себя султанами. Какова причина этой скромности? Кто в ту пору носил более высокие титулы?*

Тимур был монгол по рождению, тюрк по основному языку и мусульманин-суннит по вере. Выше титула «эмир» для Тимура был титул «хан» — но его мог носить только прямой потомок Чингиз-хана, а Тимур не был его родичем. Арабский титул «султан» был незнаком степным воинам-мусульманам; к тому же этот титул носил главный соперник Тимура на западе — турецкий султан Баязет. Носителей титула «халиф» в ту пору на Земле не было. Оттого Тимур решил навсегда сохранить для себя титул «эмир», считаясь «премьер-министром» при ханах из династии Чингиза, которых он сам выбирал и от лица которых правил.

Тимур выбирал своих ханов по признаку личной храбрости и честности; так он удачно сотрудничал в 1370–1406 годах с двумя ханами подряд. В отличие от Тимура, его современник Мамай (эмир в Золотой Орде) тасовал «своих» ханов, как карты в колоде (он сменил более пятерых ханов, из них троих убил). В итоге после разгрома Мамаю на Куликовом поле его новая армия единодушно и без боя перешла на сторону его «законного» соперника — хана Тохтамыша. Мамаю пришлось бежать к чужакам-генуэзцам; те его ограбили и убили. Тимур же основал в оазисах вокруг Самарканда, вдоль Шёлкового Пути устойчивую империю. Но он не сумел подчинить ей Золотую Орду, чьи степные воины не хотели подчиняться «императору горожан».

7. *Тэн-ноо Камеяма, сёгун Минамото Кореясу, сиккэн Ходзё Токи-мунэ, Ками-кадзе. Какие замечательные события 13 века связаны с этими именами? Какую роль сыграли эти лица в этих событиях? Какого ещё имени здесь явно не хватает?*

Ками-кадзе — по-японски «волшебный ветер». Этим словом принято называть два тайфуна, сокрушившие в 1272 и 1282 годах китайский

флот, пытавшийся завоевать Японию. В тексте задачи перечислены имена и титулы главных японских правителей той эпохи (тэн-ноо — император, сёгун — главный министр, сиккэн — канцлер). Нехватает имени организатора китайской агрессии: это был император Ши Цзу с собственным именем Хубилай. Он был внуком Чингиз-хана и завершил завоевание Южного Китая к 1279 году, основав здесь династию Юань со столицей в Пекине. Позднее Хубилай посылал военный флот также в Индонезию — но тоже безуспешно.

8. Составьте от имени шевалье д'Артаньяна отзывы о трёх самых ярких деятелях его эпохи, с которыми он был лично знаком.

Подходящие кандидатуры: кардиналы Ришелье и Мазарини, полководцы Кондэ и Тюрэнн, министры Фукэ и Кольбёр.

9. В декабре 1962 года Л. Д. Ландау был награждён Нобелевской премией по физике. Где происходила эта церемония? Кто в ней участвовал — по заслугам или по должности? Назовите хотя бы пятерых из этих людей.

Нобелевскую премию инвалид Лев Ландау принимал в главной больнице Академии наук СССР: там он пребывал после автокатастрофы, случившейся в январе 1962 года. Премию ему вручал шведский посол Сульман.

Из родичей Ландау присутствовала только его жена — Кора Дробанцева; из его учеников не был приглашён никто — даже его постоянный соавтор Е. М. Лившиц. Зато были обильно представлены академические начальники: как заслуженные, так и незаслуженные. Из первых были М. В. Келдыш (президент АН СССР); Л. А. Арцимович (лидер термоядерных исследований, после смерти Курчатова); П. Л. Капица (директор Института физических проблем, где Ландау заведовал теоретическим отделом; он открыл сверхтекучесть гелия, которую Ландау позднее объяснил теоретически). Были ещё два (из четырёх тогдашних) российских Нобелевских лауреатов по физике: теоретик И. Е. Тамм и физхимик Н. Н. Семёнов. Ещё была очень небольшая группа журналистов — российских и иностранных.

Показательно, что на церемонии не было **никого** из лидеров партийной верхушки СССР — даже тех, кто курировал науку в ЦК КПСС. Нобелевскую премию российские партocrats считали «буржуазной», и не одобряли любые усилия по выдвижению российских учёных на соискание этой награды. Кандидатуру Ландау выдвинул его бывший учитель — Нильс Бор.

10. Найдите исторические ошибки в тексте.

Для удобства текст приводится ещё раз. Места в тексте, к которым относятся указания об ошибках и комментарии, отмечены номерами, соответствующими номерам в последующем списке ошибок и комментариев.

Мономах (текст с ошибками)

Князь Владимир Грозные Очи¹ прискакал в Киев с юга, из Тмутаракани, где провёл удачные переговоры с ханом Котьяном² и его советником, белым монахом Домиником³. Тот недавно уговорил хана креститься⁴, обещав ему помощь западных рыцарей в случае новой войны с киевлянами. Поняв, что назревает очередной крестовый поход Запада против Руси⁶, князь решил вмешаться в опасную игру. Осадив Кафу⁷ — оплот генуэзцев в Крыму⁸, — с помощью своего тестя — императора Алексея I Комнина⁹, давнего недруга¹⁰ крестоносцев, Владимир принудил своих противников закончить дело миром.

Оценив соотношение сил, папский легат не стал упрямиться: он вспомнил, что киевский князь — кузен французского короля Луи Толстого¹² и шурин английского короля Генри Плантагенета¹¹. Оба христианнейших правителя¹⁵ не любят папу Иннокентия⁵, так что в случае крестового похода на Киев французы и англичане наверняка перестанут посылать в Рим десятину... Этого папа не простит своему легату. Поэтому святой Доминик благословил «вечный мир» степняков с Киевом. Владимир обещал не разорять больше кочевья печенегов³¹, а Котян поклялся на Кресте не вторгаться на Русь и торжественно передал русскому князю древнюю реликвию — чашу, сделанную его прадедом Аттилой¹⁴ из черепа Святослава¹³, прадеда князя Владимира. Этот обмен положил конец давней вражде; теперь Владимир может заняться внутренними делами Руси.

Прямо с дороги князь направился в храм Софии — молить Бога о вразумлении братьев-князей, готовых нарушить постановления недавнего Любекского¹⁶ собора²⁶. Ведь было решено: «каждый держит отчину свою». Но вот уже Всеволод Большое Гнездо¹⁷ хочет подчинить Залесскую Русь, чтобы обеспечить отчинами своих сыновей. Ярослав Осмомысл из Галича¹⁸ Костромского захватил Владимир на Клязьме — любимую резиденцию¹⁹ киевского князя. Юрий Московский²⁰ тянет свои долгие руки к Новгороду²¹... Брань и усобицы по всей Святой Руси. Пора Грозным Очам усмирить смутьянов. Но на кого опереться в родном Киеве?

По требованию веча, которое призвало Владимира на княжение, из Киева выгнали ростовщиков-евреев; князь отменил долговое рабство. Народ был доволен, но купцы-мусульмане перестали приезжать в Киев²³ вдоль степного Шёлкового пути²². Теперь они норовят плыть по Волге: либо на север, к варягам, за янтарём и мехами, либо на юг, к хазарам, за бирюзой и жемчугом. Киев оказался в стороне от мировой торговли: поэтому и не хотят князя Мономашичи²⁴ слушаться своего старейшину Великого князя Киевского. Что же делать?

При выходе из храма Владимира встретила толпа купцов, тиунов и прочей челяди²⁵. Они потребовали немедля созвать собор²⁶ для спасения Руси от обнищания. Если северные князья откололись от Киева — значит, надо прорубить новое окно в Европу²⁷. Киеву нужен союз с городами Ганзы²⁹, которые только что добились независимости, разбив императора Барбароссу²⁸. Пусть новый путь «из немец в греки»³⁰ заменит прежний «из варяг в греки»!

И ещё: киевляне должны закрепиться на Волге, вновь взять под контроль Шёлковый путь. Мир князя с печенегами³¹ очень кстати: пусть Владимир вместе с печенегами разобьёт астраханских татар³², как его предок Святослав с половцами⁴¹ разбил казанских хазар³³.

Услышав эти речи, Владимир понял: воистину, глас народа — глас Божий! Заключив мир с Котьяном, он и сам подумывал о военном союзе с грузинской царицей Тамарой³⁴. Православные грузины давно воюют с хорезмшахом Текешем³⁵ — он контролирует сейчас западный конец³⁶ Шёлкового пути. Примирившись между собой, русские и печенеги могут помочь грузинам разбить Текеша; взамен они получают выход на Каспий и Волгу³⁷, так что Киев вновь станет хозяином пяти морей³⁸.

Киевский собор утвердил смелый план князя. Вскоре он был воплощён, и Киевская Русь опять стала великой морской державой³⁹. Позднее церковь причислила князя Владимира и хана Котьяна к лику святых⁴⁰, наряду с Домиником Крестителем.

Ошибки и комментарии

1. Действие рассказа происходит в 1113–1125 годах, когда Владимир 1 Всеволодич был киевским князем. У него было два прозвища: Мономах (в честь деда — императора Константина 9 Мономаха) и Грозные Очи (за победы над половцами).

2. Половецкий хан Котьян жил в 13 веке, через 100 лет после Владимира Мономаха.

3. Католический монах Доминик основал свой орден в 13 веке.

4. Доминик никогда не был в Причерноморье. Он хотел крестить

половцев, но папа Иннокентий 3 поручил ему другие дела.

5. Во время жизни Мономаха среди пап римских не было Иннокентиев.

6. В 12 веке ещё не было речи о крестовых походах западных европейцев против Руси.

7. Владимир Мономах, воюя с половцами, никогда не доходил до Крыма и Чёрного моря. Кафа (Феодосия) тогда принадлежала Византии.

8. Генуэзцы укрепились в Крыму только в 13 веке, после взятия Константинополя крестоносцами.

9. Алексей Комнин не был тестем Владимира Мономаха.

10. Алексей Комнин был союзником крестоносцев. Они помогали ему в борьбе против турок-сельджуков.

11. Генрих 2 Плантагенет родился после смерти Мономаха и не был его родственником.

12. Людовик 6 Толстый был двоюродным племянником Мономаха (через свою бабушку Анну Ярославну, тётку Мономаха).

13. Святослав Воитель был не прадедом, а прапрадедом Мономаха.

14. Чашу из черепа Святослава сделал не гунн Аттила, а печенег Куря.

15. Титул «христианнейший король» появился во Франции в середине 12 века при Людовике 7.

16. Съезд князей Руси проходил в русском городе Любече, а не в германском Любеке. Этот съезд не назывался собором и проходил в 1097 году, задолго до того, как Мономах стал Великим князем Киевским.

17. Всеволод Большое Гнездо родился после смерти своего деда Владимира Мономаха.

18. Ярослав Осмомысл начал править в Галиче (Волынском, а не Костромском) после смерти Мономаха.

19. Город Владимир на Клязьме, основанный в 1108 году, был при жизни Мономаха небольшой крепостью, а не княжеской резиденцией.

20. Юрий Долгорукий начал княжить после смерти своего отца Владимира Мономаха. Княжил он в Суздале, а не в Москве (которая тогда ещё была селом). Князь Юрий Московский (старший брат Ивана Калиты) правил в начале 14 века.

21. «Долгие руки» князя Юрия Суздальского тянулись не к Новгороду, а к Киеву.

22. Великий Шёлковый путь не проходил через Киев; его северная (степная) ветвь проходила через устье Волги в Крым.

23. Роль Киева в мировой торговле зависела не от Шёлкового пути и

не от волжского водного пути «из варяг в персы», а от пути по Днепру «из варяг в греки».

24. Все Мономашичи беспрекословно подчинялись Владимиру, пока он был жив; с Мономахом враждовали его дальние родичи — Рюриковичи.

25. Челядь — это дворовые слуги. Купцы в состав челяди не входили, а тиуны (княжеские управители в сёлах и волостях) иногда были из челяди.

26. Никаких общенародных соборов на Руси в 12 веке не было. Первый Земский собор во Владимире был созван в 1211 году.

27. Киевская Русь имела много выходов в Европу; князья Северной Руси не могли перекрыть их, так что «прорубать новое окно» было незачем.

28. Фридрих 1 Барбаросса родился после смерти Мономаха.

29. Ганзейский союз северонемецких городов сложился в 13 веке.

30. Морской путь «из немец в греки» шёл не через Русь, а вокруг почти всей Европы, через Средиземное море.

31. Печенежский народ рассеялся и исчез в конце 11 века, разгромленный половцами и византийцами.

32. «Астраханские татары» — это сочетание слов появилось только в 15 веке.

33. Казанских хазар никогда не было, поскольку город Казань возник после исчезновения Хазарского каганата на средней Волге — на месте бывшего Булгара.

34. Царица Тамара правила в Грузии в конце 12 века; её первым мужем был правнук Мономаха, князь Юрий Андреевич.

35. Шах Хорезма Текеш правил в конце 12 века и с Грузией не воевал.

36. Хорезм у Аральского моря был не «западным концом», а почти «серединной» Шёлкового пути.

37. Русские войска могли достигать Волги и Каспия независимо от своих отношений с далёкой Грузией и совсем далёким Хорезмом.

38. Киев никогда не был «хозяином» даже одного моря (Чёрного или Азовского), а тем более «пяти морей».

39. В 12 веке Русь уже не была морской державой: на Балтике властвовали немцы, а берега Чёрного моря контролировали византийцы и половцы.

40. Владимира Мономаха никогда не объявляли русским святым. Тем более не стали православными святыми язычник Котян и католик Доминик (который даже на Западе не имел прозвища Креститель).

41. В борьбе с Хазарией союзниками Святослава были не половцы (они пришли в 11 веке), а гузы.

11. Найдите исторические ошибки в тексте.

Для удобства текст приводится ещё раз. Места в тексте, к которым относятся указания об ошибках и комментарии, отмечены номерами, соответствующими номерам в последующем списке ошибок и комментариев.

Гуситы (текст с ошибками)

Коронный гетман⁴ Прокоп² не спал всю ночь — так растревожил его вчерашний гонец из Авиньона⁶. Казалось бы, добрая весть: наконец издох от водянки мерзкий антихрист — папа Иоанн 12⁷. Остановилось волчье сердце бывшего пирата Бальтазаре Косса⁸; некому направлять очередной крестовый поход против сыновей Божьих¹⁰ — наследников славного магистра Яна Гуса. Наконец Моравию и Словакию⁹ ждёт заслуженный мир! Отчего же так тревожно на душе?

Прага! Вот неизменная заноза в сердце каждого гетмана таборитов — от славного Яна Жижки³, павшего при Липанах², до нынешнего победителя крестоносцев — Прокопа Бородатого⁵. Старая Прага никогда не признавала Табор законной столицей Моравии¹¹, хотя именно сюда епископ Ян Желивский¹² доставил из Иерусалима прядь волос Христа — знак благоволения Спасителя к новым, истинно верующим христианам. Увы, пражане не тверды в истинной вере; они не прочь сменить христианское народовластие на языческую власть нового императора, лишь бы Прага вновь стала имперской столицей¹³, как было при славном короле Карле 5. Только общий страх перед крестоносцами не позволял распасться непрочному союзу Праги с Табором. Но если крестовые походы прекратятся, что тогда?

Не спал в ту ночь и пражский епископ — кардинал Ян Рокицана¹⁴. Бесспорно, смерть преступного папы — это перст Божий. Но куда он указывает? Наконец Моравия¹¹ может помириться с Авиньоном⁶; затем папский престол вновь вернётся в Рим, откуда прежний папа бежал перед полчищами таборитов¹⁶. Но какой ценой дастся это примирение? Кто станет новым папой? Кто будет новым императором¹⁵? Что скажет по этому поводу оплот церковной мысли — Святая Сорбонна¹⁷? Слишком много вопросов... Кто ответит на них?

Лишь под утро епископ ненадолго заснул. И во сне понял всё, как наяву: Империя и Церковь неразделимы! Значит, новым папой станет тот,

кто первым найдёт нового императора и убедит весь крещённый мир в том, что найден достойный преемник Карла Великого! Кто сможет сыграть эту роль? Прокоп Великий? Нет — уж очень он неудобен для католиков. Вот Ян Жижка подошёл бы, только он умер... Но жив Янош Хунниади¹⁸ — побратим Жижки ещё со времён Грюнвальда¹⁹! Этот доблестный венгерский витязь без устали воюет с турками²⁰: недавно он разбил их при Варне²¹, снял осаду с Константинополя²¹, перебил турецкий десант в Италии — выручил бесхозный город Рим... Надо срочно договориться с Яношем: этот союз может решить судьбу Европы!

Так и вышло: вскоре отряды Хунниади торжественно вошли в Прагу²², где Рокицана увенчал его короной Венгрии, Моравии и Словакии. На могиле Яна Гуса²³ новый король²⁴ поклялся даровать свободу совести всем своим подданным — католикам и православным. После этого войско таборитов, изготовившееся к обороне, мирно разошлось. Прокоп Бородатый постригся в монахи², а король-миротворец направился в Рим, где собор епископов избрал его императором, а Яна Рокицану — папой. Новый папа пригрозил отлучить от церкви английского короля²⁵, если тот не вернёт Франции её исконные земли, оставив себе лишь Нормандию и Бретань²⁶. Смертельно больной Генрих 5 согласился; так закончилась почётным миром ужасная война, ровно сто лет изнурявшая европейских христиан. Вскоре византийский кесарь признал себя вассалом нового Западного Императора²⁷, а православная церковь воссоединилась со своей католической сестрой. После этого изгнание турок из Европы²⁸ было лишь вопросом времени.

Ошибки и комментарии

1. Согласно тексту, действие происходит через 100 лет после начала войны Англии с Францией — т. е. в 1436 году, *после* битвы при Липанах.
2. Прокоп Великий погиб при Липанах в 1434 году.
3. Ян Жижка умер от чумы в 1424 году.
4. Прокоп был гетманом таборитов, но не мог именоваться *коронным* гетманом, поскольку табориты не признавали над собой никакого короля.
5. Прокоп носил прозвище «Большой», но не мог иметь прозвища «Бородатый», поскольку он *брил* бороду (в отличие от большинства гуситов).
6. К 1436 году папы уже вернулись из Авиньона в Рим.
7. Иоанн 12 был папой в 10 веке.
8. Пират Бальтазаре Косса стал папой Иоанном 23 в начале 15 века и был низложен собором в Констанце в 1415 году.

9. Движение гуситов охватило Чехию (Богемию), но в Моравии и Словакии оно было слабо развито.

10. Гуситы называли себя «воинами Божьими», но не «сыновьями Божьими» — это было бы язычество.

11. Прага была столицей Чехии, а не Моравии.

12. Ян Желивский был не епископ, а простой священник-гусит в Праге. Он никогда не бывал в Иерусалиме.

13. Прага была столицей Священной Римской Империи при Карле 4 Люксембурге (до 1378 года). Карл 5 правил в 16 веке.

14. Ян Рокицана был епископом Праги. Но он был «умеренный» гусит, так что не мог быть кардиналом римской церкви и тем более не мог стать папой.

15. В 1430-х годах папой был Евгений 4, а императором — Сигизмунд Венгерский, сын Карла 4.

16. Войска таборитов никогда не вступали в Италию, так что папа не бежал от них из Рима.

17. Сорбонна (Парижский университет) была большим авторитетом в вопросах католической веры, но «святою» её никто не называл. Так могли назвать только саму церковь.

18. Ни Прокоп Большой, ни Ян Жижка, ни Янош Хунниади не могли стать императорами, поскольку все трое были малознатные люди (а первые двое — еретики).

19. Католик Янош Хунниади был правителем Венгрии и **врагом** гуситов. Он участвовал в Крестовых походах против них и не участвовал в битве при Грюнвальде.

20. Победы Яноша Хунниада над турками начались в 1440-х годах.

21. При Варне в 1444 году турки *разбили* крестоносцев, осада Константинополя в 1453 году закончилась его *падением*, а десант турок был эвакуирован из Италии в 1481 году — после смерти Мехмеда 2.

22. Янош Хунниади никогда не бывал в Праге и не становился королём. Но его сын Матьяш Корвин стал королём Венгрии в 1458 году и Чехии — в 1471 году, когда движение гуситов иссякло.

23. Ян Гус был сожжён в Констанце в 1415 году, а его пепел брошен в реку, так что могилы не могло быть.

24. Королём-примирителем Чехии после гуситских войн стал Иржи Подебрад в 1438 году.

25. Папы 14–15 веков не вмешивались в ход Столетней войны, не желая ссориться с обеими державами — Англией и Францией.

26. Генрих 5 Английский умер в 1422 году, находясь в зените успехов, так что почётный мир между Англией и Францией был тогда невозмо-

жен. Напротив, в 1436 году Столетняя война явно клонилась в пользу Франции, так что французы не отказались бы от Нормандии и Бретани.

27. Императоры Византии никогда не признавали себя вассалами Западной Империи, даже после заключения церковной унии в 1438 году. Не признал этой унии и простой народ Византии — это стало одной из причин того, что «франки» почти не помогали Константинополю во время турецкой осады в 1453 году.

28. Полное «изгнание турок из Европы» не состоялось до сих пор (ибо половина Стамбула расположена в Европе). Большую часть своих владений в Европе Османская империя потеряла в 19 веке.

Обзор результатов

В этот раз историки не поспешили на «простые» задачи. Перечисли своих знаменитых тёзок или однофамильцев! Напиши отзыв о кардинале Ришелье от имени мушкетёра д'Артаньяна! Укажи, за какие заслуги французы чтят своих многочисленных Людовиков! Как справились нынешние школяры с этими заданиями?

Очень по-разному. Например, мальчик по имени Саша вспоминает в первую очередь Александра Македонского и Александра Невского, затем — Александра Суворова или Александра Пушкина; реже — царя Александра 2 Освободителя. Девочка Маша обычно начинает с Богородицы, затем переходит к Марии Стюарт и далее (в зависимости от школьной культуры) либо к «Кровавой Мэри» (Марии Тюдор), либо к Марии Кюри. Мальчик Дима обязательно вспоминает Дмитрия Донского, нередко — Дмитрия Менделеева и столь же часто — убиенного царевича Дмитрия вместе с царём Дмитрием Самозванцем. А что делает мальчик Рома?

Обычно он не знает, что делать. Но бывают приятные исключения. Например, питерский семиклассник Рома Богданов сначала перечислил четырёх разных византийских императоров: удачливого адмирала Лакапина, неудачливого воеводу Диогена, тихого сына Константина Багрянородного и столь же тихого брата Василия Болгаробойцы. А под конец Рома добавил двоих своих римских тёзок: первого царя Ромула и последнего императора Августула. Вот на что способен молодой человек с хорошим гуманитарным образованием — даже незаконченным.

В борьбе с многочисленными Людовиками (задача 2) первое место досталось Виктории Замятиной из московской школы 179. Она дала оригинальные характеристики **восьми** разным королям: от дважды крестоносного Луи 9 Святого и столь же праведного Луи 7 Христианней-

шего до блестящего Луи 14 (король-Солнце), растратчика Луи 15 (после нас — потоп) и невезучего Луи 16 (казнённого). Не забыты ни Людовик Сварливый (сын Филиппа Красивого), ни Людовик Благочестивый (сын Карла Великого). Единственный, кого Виктория не заметила — это «Людовик Нулевой», сиречь Хлодвиг Меровинг! А ведь он одержал немало викторий. . .

Гораздо труднее оказалось сравнить (в задаче 5) удачное завоевание Англии Вильямом 1 с неудачным вторжением Эдварда 3 во Францию. Почему первая война длилась меньше года, а вторая — больше века? Та же Вика Замятина удачно переформулировала этот вопрос: почему в 11 веке получился «блицкриг» из одной битвы, а в 14 веке полдюжины крупных битв ничего не решили? Ведь Столетняя война потому и стала народной, что она затянулась сверх меры народного терпения французов! Могло ли такое случиться в 11 веке с англосаксами? Ни один школьник не решился утверждать либо отрицать такую возможность. Тут всё решил случай: то, что Гарольд Саксонский решил испытать своё счастье в одной битве, не развязывая партизанской войны против нормандцев (её бы саксы, вероятно, выиграли). Но король Гарольд рискнул своей жизнью и проиграл всё разом: жизнь, державу и судьбу своего народа. Зато Вильям сразу всё выиграл — и в последующие десятилетия его потомки доросли до роли национальных лидеров Англии.

Напротив, в течение Столетней войны ни один король Франции ни разу не ставил всё сразу на кон одного сражения. Оттого ни одна проигранная битва Францию не погубила — а партизанскую войну обычно выигрывают многочисленные аборигены. Как было узнать об этом Эдварду 3 — не побывав на уроке истории в хорошей школе 21 века, где ученики свободно гуляют по Интернету с помощью мобильных телефонов?

Те, кто способен на такие прогулки, легко решали задачу 4 о «первом» и «втором» рейхах в Германии. Тут Оттон 1 и Отто Бисмарк сами лезут на экран вместе с датами своих успехов!

Ситуация в Японии 13 века (задача 7) выглядит сложнее лишь потому, что японскую историю наши школяры учат выборочно-кусочно. Если мелькнула полужнакомая фамилия Минамото, то какую фамилию следует искать рядом с нею? То ли Тайра (если это 12 век), то ли Токугава (если это 16 век), то ли ещё что-то? Из трёх сотен школьников, атаковавших эту задачу, около полусотни вспомнили про монгольскую агрессию против Японии, остановленную тайфуном «ками-кадзе». Но из этой полусотни ребят лишь десяток назвал имя главного агрессора: Хубилай, внук Чингиз-хана! Четверо восьмиклассников из этой малой

группы представляют московскую школу 45: очевидно, им повезло с учителем истории!

Столь же везучие и ещё более ухватистые люди учатся в 10 классе школы 57. Двое из них — Николай Фёдоров и Илья Спектор — стали абсолютными чемпионами в поиске ошибок в тексте «Мономах» (более 30 баллов).

Они же набрали максимальное число очков в задаче 6 о Тимуре Хромом. Здесь главное — сообразить, что Тимур (как и Мамай) **не** был родичем Чингиза. Поэтому он не мог стать законным ханом степняков. Напротив, Тохтамыш был Чингизид; поэтому он объявил себя ханом и отверг вассальную клятву, прежде принесённую Тимуру. Неизбежная война между Золотой Ордой и Самаркандом спасла юную Московскую Русь от огромных бедствий в конце 14 века.

Итак, среди современников Тимура выше него званием могли считаться либо ханы (в Золотой Орде), либо султаны (в Турции, Египте или Индии), либо халифы. Но халифов в ту пору нигде не было: последнего Аббасида задушили язычники-монголы, взявшие Багдад в 1256 году. Это также заметили Коля Федоров и Илья Спектор — в ряду немногих московских эрудитов

Далее, задача 8 — о современниках д'Артаньяна, среди которых доминируют Ришелье и Кромвель. О Мазарини мало кто сумел сказать нечто яркое и верное. Лучшее решение этой задачи прислал старшеклассник Игорь Зарин из Брянского лицея. Видимо, в Брянске романы Дюма помнят лучше, чем в Москве или Питере!

Впрочем, в Брянске питают и больше иллюзий насчёт награждения Льва Ландау. Итак, задача 9 — о вручении Нобелевской премии Льву Ландау. Нам открылся удивительный факт: школьники в Брянской области лучше москвичей знают, что в конце 1962 года Ландау был уже инвалидом и не мог покинуть московскую больницу, где его посетил посол Швеции! Не странно ли, что эта ситуация повторилась в текущем 2008 году с ещё одним Нобелевским физиком, американским японцем Ёсихиро Намбу? Так или иначе, самые удачливые ломоносовцы нынешнего года сообразили: рядом с Ландау могли присутствовать либо его начальники (по Академии наук), либо его российские коллеги (Нобелевские лауреаты-физики).

Дальнейшее рассуждение требует лишь эрудиции. Кто-то угадал Капицу и Келдыша, кто-то вспомнил Семёнова и Тамма. Кто-то более наивный предложил Лифшица — великого соавтора Дау по Курсу теоретической физики. Иные школьники предлагали даже послать Никиту Хрущёва в Стокгольм за премией для Ландау! Это грубое

заблуждение: тогдашние кремлёвские правители предпочли не заметить «буржуазную» награду, заслуженную российским академиком. Только в нынешнем юбилейном году покойный Дау удостоился художественного фильма, снятого по мемуарам его вдовы. Увы, этот фильм не отразил громадное научное обаяние многогранной и противоречивой личности Льва Ландау.

Дорогие учителя физики и истории: примите на себя тяжкий труд по сохранению памяти о нашем общем гении! Пусть он останется нашим фольклорным героем — наряду с «папой» Иоффе, «кентавром» Капицей, «гусем» Колмогоровым и «крокодиллом» Резерфордом.

Отметим типичное **неверное** решение задачи о Ландау, встречающееся десятки раз. Школьник входит в Интернет, ищет там перечень Нобелевских лауреатов 1962 года, вычёркивает из этого списка имя Ландау, добавляет шведского короля (без имени), сообщает, что дело было в Стокгольме — и попадает пальцем в небо, ибо компьютер не может заменить голову при решении олимпиадных задач. Вывод для учеников: не сотворите себе кумира даже из сети Интернет! Вывод для учителей: не обижайте школьников, скрывая от них самые аппетитные факты и байки времён вашей молодости! Многие из них заслужили бессмертие в школьно-университетском фольклоре.

Теперь вернёмся к тексту «Мономах», насыщенному ошибками по русской истории. Какие из них заметили или не заметили нынешние ломоносовцы? Вот характерный пример неудачного утверждения: «**в то** время папой был не Иннокентий». Какое «то» время? Когда Мономах княжил в Киеве? Пока не названы точные годы (1113–1125) или хотя бы приблизительный срок (первая четверть 12 века), нельзя утверждать что-либо об именах соответствующих пап в Риме либо королей в Париже и Лондоне. А как только срок назван, так можно сказать: Генрих 2 Плантагенет и папа Иннокентий 2 будут позже; царица Тамара и хан Котьян — много позже. Император Алексей Комнен давно правит в Византии — вопреки странностям заявлениям иных школяров, что «до Петра 1 императоров не было!» Луи 6 Толстый также правит в Париже — но он не кузен, а двоюродный племянник Владимира Мономаха (через свою бабу — Анну Ярославну).

Далее: город Владимир на Клязьме был основан Мономахом ещё 1108 году — до переселения князя в Киев. Сам переезд произошёл **не** по зову веча (которое в Киеве **было** — как во всех старейших русских городах), а вопреки ему — по приглашению бояр, напуганных народным бунтом и жаждущих стабильной власти. Владимир Мономах эту задачу успешно решил: отогнал половцев, изгнал самых алчных ростовщиков,

снизил процент по займам. И заслужил от народа прозвище «Грозные Очи» — более понятное, чем фамилия его греческого деда «Мономах». Через 200 лет это прозвище повторилось в Тверском княжеском доме — среди далёких потомков Мономаха.

Наконец, храм Святой Софии. Почти все школьники знают, что такой храм издавна стоял в Константинополе. Увы, многие делают из этого факта вывод, что в Киеве такого храма быть не могло! Но он был с 1037 года — и сейчас стоит, сохранив всё внутреннее великолепие, в том числе мозаичную икону Богоматери Оранты; хотя извне храм обстроили на манер 19 века.

Столь же странное и массовое заблуждение поразило наших школьников насчёт средневековой Грузии. Очень многие полагают, что в 12 веке грузины были ещё не крещены, либо исповедовали ислам. Это — явное упущение учителей в младших классах. Их долг — не только сообщить ученикам о нашем культурном преемстве от Византии, но и перечислить **всех** наших братьев по этой традиции: болгар и грузин, армян и осетин, румын и сербов. Никакие политические события 20 века не отменяют реалий предыдущего тысячелетия.

Ещё одна массовая логическая ошибка наших школьников: «Не было Юрия Московского, а был Юрий Долгорукий!» Да, первый из них появился через 200 лет после Мономаха. Но и второй (младший сын Мономаха) был при жизни отца лишь незаметным юношей, не имел отдельного княжества и не мог ещё тянуться ни к Киеву, ни к Новгороду.

И последнее: насчёт «окна в Европу», которое якобы прорубил только Пётр 1. В домонгольскую эпоху никто не рубил такое окно, поскольку дверь была открыта настежь. Со времён Ярослава Мудрого каждый важный князь старался породниться с одним, двумя или более западными правителями. Таков Владимир Мономах: внук византийского императора, дядя французского короля, зять английского короля и шурина германского императора. Да ещё в родстве с правителями Норвегии, Венгрии, Польши — только что не Грузии, куда отправится со временем его правнук. Всё это — несмотря на громкие проклятья, которыми обменивались в 12 веке главы Римской и восточных церквей. Идеология — отдельно, политика — отдельно, и торговля — тоже отдельно от прочих человеческих занятий. Такое разделение функций сложилось задолго до Рождества Христова.

Критерии проверки и награждения

Было предложено 11 заданий. Работы оценивались экспертно без формальных критериев. Во всех случаях оценка ставилась не ниже, чем в соответствии со следующими критериями.

№ задания	Оценка	класс ≤ 7	классы 8–9	классы 10–11	Примерные критерии оценивания выполнения заданий в баллах	максимум ≈
1	«v»	3	4	4	По 1 баллу за каждого верно указанного исторического персонажа.	
	«e»	2	3	3		
2	«v»	3	4	4	По 1 баллу за каждого разумно разобранный персонаж.	
	«e»	2	3	3		
3	«v»	2	3	3	1 балл — за верное разъяснение титула «чати», по 1 баллу за каждого верно указанного персонажа.	5
	«e»	1	2	2		
4	«v»	2	—	—	По 1 баллу за указание основателя каждой империи и по 1 баллу за дату основания каждой империи.	4
	«e»	—	2	2		
5	«v»	2	2	2	Каждое различие — 1 или 2 балла (в зависимости от нетривиальности ответа и полноты объяснения).	
	«e»	1	1	1		
6	«v»	2	2	2	1 балл — указание незначительного происхождения Тимура, по 1 баллу за каждого верно указанного исторического персонажа (современника Тимура, имеющего более высокий титул).	
	«e»	1	1	1		
7	«v»	2	2	2	1 балл — за верное указание исторических событий (попытки завоевания Японии), 2 балла — за указание инициатора морской агрессии (Хубилай).	3
	«e»	1	1	1		
8	«v»	2	2	2	За каждый отзыв — 1 или 2 балла (в зависимости от качества отзыва).	
	«e»	1	1	1		
9	«v»	2	2	2	1 балл — место церемонии (хотя бы «г. Москва»), по 1 баллу за каждую верно названную персону.	
	«e»	1	1	1		
10	«v»	5	7	8	По 1 баллу за каждую указанную историческую ошибку. Случайно неверно указанные ошибки не учитываются. Систематическое указание всех фактов из текста как ошибок не оценивается.	40
	«e»	1	1	1		
11	«v»	5	7	8		28
	«e»	1	1	1		

В случае, если за 1 или более заданий стоит оценка «v» либо за 2 или более заданий стоит оценка «e», — за конкурс по истории в целом ставится оценка «v» (грамота по истории).

В случае, если за 1 задание по истории стоит оценка «e», за конкурс по истории в целом ставится оценка не ниже «e» (балл многоборья).

Статистика

Приводим статистику решаемости задач конкурса по истории школьниками, участвовавшими в Турнире в Москве и Московском регионе. Учтены все работы по истории, сданные школьниками в Московском регионе (в том числе и абсолютно нулевые). Школьники, не сдавшие работ по истории, в этой статистике не учтены.

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

Класс	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	Всего
Всего	0	1	2	14	114	338	568	619	492	356	424	2928
«e»	0	0	0	4	30	76	151	164	141	96	116	778
«v»	0	0	1	0	19	59	144	144	124	94	175	760

Сведения о распределении оценок по заданиям.

Оценка	Номера заданий										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
—	451	897	727	937	944	586	528	681	558	570	444
0	2020	1879	2128	1794	1795	2216	2356	1962	2341	1717	2361
«e»	375	126	67	176	144	98	30	165	13	456	109
«v»	83	27	7	22	46	29	15	121	17	186	15
Всего	2929	2929	2929	2929	2929	2929	2929	2929	2929	2929	2929

Статистика по «текстам с ошибками» — количество ошибок, найденных участниками.

№ задания	Количество верно указанных исторических ошибок в тексте																			
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
10	1717	112	93	62	80	51	56	47	37	25	14	15	8	8	8	6	2	3	2	1
11	2361	36	28	14	12	11	7	3	4	2	2	1	2	1	0	1	0	0	0	0

№ задания	Количество верно указанных исторических ошибок в тексте																				
	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40
10	1	1	2	3	1	0	0	1	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0
11	0	0	0	0	0	0	0	0	0												

Конкурс по астрономии и наукам о Земле

Вопросы

Из предложенных 7 заданий мы рекомендуем выбрать самые интересные и ответить на них (школьникам 8 класса и младше рекомендуется 1–2 вопроса, школьникам старших классов — 2 или 3).

Ответы необходимо снабдить разумным количеством примеров и пояснений по вашему выбору. Перечислять дополнительные примеры не обязательно (за них к оценке правильного ответа будут добавляться дополнительные баллы).

1. Из чего состоит ядро Земли? Что находится в центре других планет? А что в центре звёзд? У каких звёзд могут быть железные ядра?
2. Какие небесные объекты можно использовать в качестве эталонных часов? Какие нельзя и почему?
3. Почему звёзды не падают друг на друга? Могут ли они сталкиваться? Может ли наше Солнце «упасть» в центр Галактики? Как будут выглядеть наши созвездия через галактический год?
4. Какие Вы знаете открытые, потом забытые и вновь «переоткрытые» открытия (в области астрономии и наук о Земле)?
5. Знаете ли Вы случаи, когда небесные тела движутся не так, как следует по закону тяготения Ньютона? Какие силы за это ответственны?
6. Когда иссякнет Солнце? (и почему оно сейчас светит?) Что будет светить после? Существует ли «вечный» свет?
7. Во сколько раз длина тени Останкинской телебашни в Москве больше в полдень 22 декабря, чем в полдень 22 июня? Можно ли Останкинскую телебашню использовать в качестве гномона для солнечных часов? (Общая высота 540 метров, диаметр внизу башни 18 метров.)

Комментарии к заданиям конкурса по астрономии и наукам о Земле

Ответы составлены на основе лекций, которые прочитал руководитель конкурса по астрономии и наукам о Земле А. М. Романов на закрытии турнира 28 декабря 2008 года в Московском институте радиотехники, электроники и автоматики.

Аудиозаписи этих лекций размещены на сайте турнира по адресу <http://olympiads.mccme.ru/turlom/2008/zadaniya/>

Задание 1

Из чего состоит ядро Земли? Что находится в центре других планет? А что в центре звёзд? У каких звёзд могут быть железные ядра?

Этот вопрос не только про нашу с Вами планету Земля, и другие планеты нашей Солнечной системы, но также и про все другие экзопланеты, которых сейчас известно за пределами нашей планетной системы уже более трёх сотен вокруг более чем 100 других звёзд.

Известное любопытное желание человека по отношению к любому объекту — узнать, что же там внутри. На тему внутреннего строения небесных тел можно рассказать маленькую астрономическую новеллу о том, как в этом физическом мире борются две противоположные силы. На одной стороне этой великой битвы находятся все силы (взаимодействия), известные современной физике. Я делаю специальную оговорку: «известные современной физике», поскольку сейчас идёт грандиозный бум под названием создания «новой физики», потому что оказалось, что всё, что мы знали до сих пор про окружающий нас мир — это знания, которые нам доставались с помощью электромагнитного излучения: видимым светом и другими электромагнитными волнами. Всё это — и вещество, и поля — участвуют в электромагнитных взаимодействиях (к которым относятся, в том числе, и все химические связи), слабых взаимодействиях (превращения элементарных частиц) и сильных взаимодействиях (строение атомного ядра).

И только недавно стало понятно, что вся наблюдаемая материя во Вселенной — это всего 5% по массе. Всю известную нам до сих пор материю можно уподобить тоненькой светящейся плёночке на поверхности бездонного океана какой-то другой материи (почти 95% массы Вселенной), которая взаимодействует с нами только гравитационным образом. Четвёртое известное нам физическое взаимодействие — гравитация — в количественном отношении хотя и самое слабое (гравитационная постоянная по своей величине в сравнении с другими силами ничтожно мала), зато на вселенских масштабах — самое всеобъемлющее.

Так вот, вселенская битва состоит из двух неравных лагерей. В одном лагере находятся электромагнитные взаимодействия, сильные и слабые, всё то, что нам пока известно. А по другую сторону баррикад встала гравитация, которая в нашем обыденном мире проявляется, например,

падением предметов на пол. Но как только мы перейдём от масштабов нашего обыденного мира к масштабам космическим — вот тут гравитация вступает полностью в свои права. И вообще, всё, что происходит в мире, в том числе на поверхности планет там, где мы с вами сейчас обретаемся, в недрах планет, в звёздах, в галактиках, во всём остальном — это и есть процесс борьбы двух тенденций.

Гравитация стремится всю материю собрать, смять в кучу и возможно максимально плотно упаковать. Начинается это процесс, по видимому, с отдельных элементарных частиц, которые разбросаны по всему пространству — на первых этапах ранней Вселенной в ней протоны и электроны летали отдельно. И только потом, когда они скомбинировали друг с другом, появились первые атомы водорода — первые кирпичики вещества. Пока существует вещество — другие силы стремятся сохранить его, и противостоят тяготению. Но кончается у всех всё одинаково, хотя, правда, с некоторой временной задержкой. В конечном счёте все частицы, проэволюционировав кто в межзвёздные облака, кто — в звёзды, кто — в планеты, кто — в обитателей планет, кто — в предметы, которыми обитатели планет пользуются, — в конечном счёте всё оказывается в чёрной дыре. Потому что гравитация побеждает в конце концов все другие силы, и всю материю сминает, желательно во что-нибудь сверхплотное, сверхмассивное. (В ряде гипотез роль стартовых ядер концентрации материи при начале формирования галактик играют т. н. «первичные» чёрные дыры, возникающие при рождении Вселенной).

Только один этап из этой эпопеи мы сейчас рассмотрим — что находится в центре планет.

Некоторые общие понятия формирования планет. Сначала под действием сил взаимного тяготения вещество так или иначе из пространства собирается в некоторые концентрации. Эти концентрации впоследствии и станут теми или иными небесными телами. Судьба каждого небесного тела определяется в сущности только одним параметром, потому что исходный материал строительства у всех одинаковый. Этот параметр — масса. Какую стартовую массу данная концентрация имеет, такова, соответственно, будет её дальнейшая судьба. Если масса маленькая — это будет планетоид. Если масса побольше — впоследствии может образоваться звезда.

Когда веществу удалось собраться в одно гравитирующее тело, то по мере сжимания, сдавливания происходит нагрев центральных частей этого тела. Нагрев в данном случае — очень простой эффект. Вещество, падая к центру масс, выделяет имеющуюся у него потенциальную энер-

гию, которая выделяется, естественно, в тепло. Поэтому во всех небесных телах общая закономерность строения такая: сердцевина горячая — нагретая или перегретая, внешние слои — похолоднее, и в некоторых случаях они либо совсем холодные, как на Земле в Антарктиде, либо не совсем холодные, как на поверхности некоторых горячих планет.

Что происходит с веществом внутри, когда гравитация начинает его сжимать и сдавливать? Вещество вступает в так называемое сверхплотное состояние. Дело в том, что тот мир, в котором мы с вами живём на поверхности этой планеты, те среды, в которых мы привыкли обитать, и те вещи, которыми мы привыкли пользоваться, и мы сами — это в общем-то очень неплотное вещество. На поверхности Земли характерная плотность 1 г/см^3 — это плотность воды, в которой все мы с вами купаемся и умываемся. Это очень низкая плотность. В то время как абсолютное большинство всего вещества во Вселенной находится при плотностях принципиально более высоких. При разных давлениях в центральной части небесных тел вещество может находиться в разных фазовых состояниях.

В недрах звёзд температура столь высока, что, невзирая ни на какое давление, электроны отрываются от атомов всё равно. Соответственно, остаются голые положительные ядра и летающие электроны, т. е. смесь заряженных частиц — плазма.

В недрах планет, на разных уровнях это может быть газ, или жидкость, или это может быть вязкий расплав (что характерно для средних слоёв Земли). Наконец, может быть твёрдое вещество в кристаллическом состоянии. Выбор состояния вещества зависит только от двух параметров: от температуры, которая достигнута в центре данного тела, и от давления, которое сверху на это вещество давит.

Естественно, любые небесные тела — как мы сейчас предполагаем, находятся в стационарном (или в квазистабильном состоянии) состоянии. На самом деле, конечно, все они живут, рождаются, эволюционируют и умирают, как и все нормальные люди. Но на каждом коротком интервале мы можем считать, что они находятся в равновесии. А для того, чтобы тело находилось в равновесии, во всех его слоях должны выполняться условия гидростатического равновесия. Это значит, что снизу должно быть накоплено такое же давление, сколько на него давит сверху. Сверху давит слой вещества, который притягивается, то есть действует сила гравитации. А вот снизу вещество должно найти внутри себя такие силы — источники противодействия, которые бы удержали верхние слои от дальнейшего схлопывания.

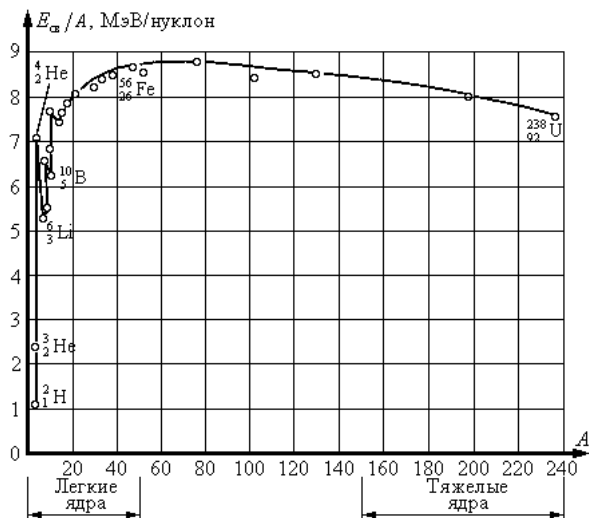
В некоторых слоях небесных тел при некоторых условиях возникают

условия конвекции. То есть это не просто слои, которые располагаются горизонтально по принципу: внизу более горячие и более плотные, наверху — похолоднее и разреженнее. В некоторых ситуациях (причём как в планетах, так и в звёздах), если в каких-то слоях есть дополнительные источники тепла и общее энерговыделение выше среднего, то поток горячего вещества начинает подниматься вверх — возникает конвекция. Такие конвективные движения есть, например, во внешних слоях Солнца, есть конвективные ячейки и в мантии Земли. Примером конвективного потока вверх может служить Красное пятно Юпитера. Конвекция — это тоже очень интересный процесс, который, помимо всего прочего, организует перемешивание вещества и его химическую однородность в конвективной зоне небесного тела.

Несколько слов о химическом составе звёзд и планет. Как известно, типичные звёзды состоят в основном из водорода и немножечко гелия. Напомним, что стартовый состав Вселенной — ещё до эпохи звездообразования — это водород и маленькая добавка гелия так называемого космологического происхождения. А потом, уже в звёздах идёт массовая переработка водорода в гелий путём термоядерной реакции.

Но планеты и мы с вами состоим не из водорода и не из гелия, а из других химических элементов. Все другие химические элементы нарабатываются в центральных частях звёзд за счёт целого каскада термоядерных реакций. Превращение водорода в гелий — это первый этап, наиболее простой, и наиболее типичный для энергетики обычных звёзд. А потом идут целые каскады реакций с увеличением веса ядра, и, соответственно, с нарабатыванием всё новых и новых химических элементов за счёт тех или иных ядерных реакций. Вот конечными фазами это каскада являются два химических элемента — это железо и никель. Они оказались в этом положении как бы «конечных продуктов» наработки химических элементов по двум причинам. Во-первых, потому, что удельная энергия связи нуклонов⁹ в ядре для железа и никеля обладает максимальным значением (см., например, рис. из <http://www.college.ru/enportal/physics/content/chapter9/section/paragraph6/theory.html>).

⁹Нуклон — собирательное название для протона и нейтрона — частиц, входящих в состав атомных ядер. Название происходит от латинского слова *nucleus* 'ядро'



Удельная энергия связи нуклонов в атомных ядрах¹⁰.

Во-вторых, в зоне пика энергии связи нуклонов именно ядро железа наиболее устойчиво, как объединение четного числа протонов и нейтронов. В итоге большое число продуктов ядерных реакций накапливается в звёздах именно в виде ядер железа, образуя максимум его содержания, который почти в 100 раз больше, чем содержание соседних химических элементов.

Как образуются последующие элементы (тяжелее железа)? Они образуются при взрывах звёзд в конце их эволюции — там идут уже другие, неравновесные реакции синтеза тяжёлых и сверхтяжёлых ядер. Большинство изотопов последующих элементов нестабильно, происходит распад их тяжёлых ядер, и во многих случаях также образуются ядра железа. В результате обилие полученных тяжёлых элементов очень маленькое. А железо и никель, как это ни удивительно (ведь они тоже достаточно тяжёлые), оказываются наиболее обильными элементами для последующего строительства планетных систем (конкурируя с кислородом и кремнием).

В ядре Земли железо составляет около 80% массовой доли. То есть фактически действительно в центре Земли находится металлический

¹⁰Для школьников младших классов на всякий случай поясним: «энергия связи нуклонов в ядре» — это **не** энергия, запасённая в ядре, а наоборот, энергия, которую необходимо затратить для разделения ядра на отдельные нуклоны.

шар. Что мы встретим, если начнём двигаться от поверхности к центру Земли? Земля как планета существует 4,6 миллиарда лет — это примерно то время, которое прошло со времён формирования Солнца и окружающей планетной системы. Произошло сначала первичное собирание вещества, затем произошёл нагрев этого вещества. Все твёрдые элементы, которые первоначально содержались в протопланетном облаке, расплавились и разделились по своему составу. Всё, что потяжелее, опустилось к центру, а то, что полегче, в этом расплаве начало подниматься вверх. Произошло разделение по химическому составу. В центре сконцентрировались самые тяжёлые составляющие, и образовалось железоникелевое ядро.

Более подробно о химическом составе Вселенной см. заметку в конце раздела, стр. 186.

А какими методами вообще исследуются недра Земли? Как нашей родной планеты, так и недра других планет, на которых мы пока ещё не бывали.

Самый главный метод исследования внутренних слоёв Земли — это сейсмическое зондирование. У нас есть достаточно много землетрясений, искусственных взрывов и других способов сделать Земле акустическое прослушивание. Причём слушаем мы, естественно, по всем сейсмическим станциям, которые расположены по всей поверхности земли. Сейсмическое зондирование Земли проводится как искусственными, так и естественными методами (в смысле источника ударных волн). Волны делятся на продольные и поперечные — в зависимости от того, как происходят колебания породы — вдоль направления распространения волны или поперёк. Скорость распространения этих волн принципиально разная. И в зависимости от того, как эти волны проходят от источника ударного воздействия по разным направлениям, через какое время и по какой траектории они выходят на поверхность Земли к принимающим сейсмическим станциям, охватывающим Земной шар, и определяется, как наша Земля расслоена по глубине и из чего эти слои могут в принципе состоять.

Плюс к акустическому зондированию ещё важным методом анализа строения Земли является моделирование движения полюсов. Наша Земля вращается с некоторыми «неправильностями» в своём вращении. Ось вращения Земли совершает некоторые движения, которые называются прецессией и нутацией, в пространстве. Здесь есть регулярная составляющая и некоторые достаточно интригующие нерегулярные компоненты этого движения. И в зависимости от того, как мы моделируем внутреннее строение Земли, мы соответственно независимым от

сейсмических методов образом выходим и на моделирование движения оси вращения Земли в пространстве тоже.

Плюс к этому у нас есть ещё внешние воздействия, которые на Землю действуют избирательно. Воздействие хотя и для Земли общее, но на слои с разной плотностью действует по-разному. Это приливные воздействия Луны. Опять-таки у нас есть спутник, который нашу Землю за счёт приливов немножко сминает. Степень этого ответного реагирования мы тоже можем увязывать с нашими моделями внутреннего строения Земли.

О чём же говорят современные модели? У Земли есть внутреннее кристаллическое ядро, которое от центра простирается до глубины 5120 км. Оно состоит в основном из железа и никеля по химическому составу и имеет плотность 13 г/см^3 (обычное железо на поверхности Земли имеет плотность вдвое меньше — около 7 г/см^3). А в центре Земли давление составляет 3,5 миллиона атмосфер, за счёт этого давления железо уплотняется минимум вдвое, приобретает более плотную структуру, чем у нас здесь на поверхности. Температура в центре Земли составляет 6400 градусов. Обратите внимание, что хотя температура в центре Земли даже больше, чем на поверхности Солнца, в центре нашей планеты, однако, не плазменный газ, как на поверхности Солнца, а кристаллическое твёрдое ядро. Внутреннее ядро окружено внешним ядром — это уже жидкое ядро примерно такого же химического состава. Оно простирается до глубин 2900 км и имеет плотность около 10 г/см^3 , под давлением около 2 миллионов атмосфер и температурой около 5000 градусов.

Вы скажете: всё, конечно, хорошо — а как же нашли эту границу между твёрдым и жидким ядром? Никто же на эти 6000 км вглубь не копал. Вот как раз по распространению сейсмических волн стало чётко понятно, что на глубине 5120 км проходит фазовый переход: почти одно и то же вещество ниже находится в кристаллическом состоянии — твёрдое ядро Земли, а выше — в расплавленном — это, соответственно, жидкое внешнее ядро Земли.

Ну с Землёй более-менее понятно — она хоть у нас под ногами. Что можно сказать про другие планеты. Коих, как я сказал, очень много. В сущности, только для Луны мы отчасти можем применять сейсмическое зондирование. Потому что на Луне в рамках программы «Аполлон» было поставлено несколько сейсмографов — в разных точках Луны. А, соответственно, на Луну падали и разные блоки космических аппаратов, и происходят редкие удары метеоритов. Плюс к этому на Луне зафиксированы лёгкие такие сейсмические «порохи» не очень понят-

ной природы — по-видимому, внутреннего происхождения. Но важно то, что поскольку сейсмографов мало, для Луны сейсмический метод не является определяющим. Тем более он не может работать для других планет, на поверхности которых мы пока ещё сейсмостанций не поставили.

И здесь работают в первую очередь модельные построения. Мы знаем из наших лабораторных опытов, как разные вещества ведут себя под разными давлениями и температурами. Надеемся, что знаем. И, соответственно, строим те или иные согласованные модели о том, что же находится внутри других планет.

Немного мы можем говорить о гравиметрии коры планет. Потому что у нас в общем-то уже многие планеты облётаны космическими аппаратами, которые проводили достаточно точное измерение орбит движения. Скажем, на Луне по отклонениям от расчётных значений были обнаружены так называемые «масконы», то есть концентрации масс в поверхностных слоях, которые, по-видимому, отличаются другим химическим составом. То есть опять-таки это косвенный метод — и он тоже работает.

И ещё один — опять-таки, вспомогательный метод — это собственные движения. Мы опять-таки знаем, как планеты движутся, как они вращаются. Отчасти уже можем о некоторых из них говорить — по крайней мере для планет и спутников больших планет земной группы Солнечной системы — есть ли у них вариации оси вращения и, соответственно, какие-то слова говорить об их внутреннем строении.

Жидкое ядро существует, по-видимому, у двух планет земной группы — это у Венеры и у Меркурия. В отношении планет земной группы (Меркурий, Венера, Земля, Марс и Луна) наблюдается один очень интересный эффект. От Меркурия до Марса существенно падает доля металлического ядра. То есть, грубо говоря, Меркурий — это ближайшая к Солнцу планета — почти целиком состоит из металлического ядра, окружённого тонкой мантией. В мантии, как правило, находятся силикатные породы — это аналог нашей земной мантии. То есть ядро у него существенно больше, чем мантия.

У Земли, как я говорил — среднее примерно соотношение. Ядро до глубины 2900 км, выше — мантия. И у Марса металлическое ядро совсем маленькое. У Луны металлического ядра нет вообще.

Итак, имеется некоторая тенденция, которая, по-видимому, может объясняться следующим образом. Что планеты по мере своего удаления от Солнца не только на этапе своего формирования получали разную дозу тяжёлых металлических элементов, но и в процессе своей дальней-

шей жизни они тяжёлое осаждали к центру, лёгкое всплывало вверх. И вот эта лёгкая составляющая так или иначе либо за счёт прямого воздействия солнечного ветра или солнечного излучения испарялась и уносилась прочь. Либо путём ударных воздействий астероидов и метеоритов происходит сброс внешней части вещества. И чем ближе планета расположена к Солнцу, тем интенсивнее происходит «смывание» этих лёгких элементов с поверхности. Поэтому у Меркурия принципиально больше металлическое ядро, а у Марса, наоборот, ядро металлическое маленькое, зато мощная кора.

Несколько слов о планетах-гигантах, которые принципиально отличаются своим составом. Примерно по линии между Поясом астероидов и Юпитером проходит условная граница, где действие излучения Солнца ослабевает настолько, что вода переходит из газообразного или жидкого состояния в лёд. В космическом пространстве на удалении от Солнца начиная от Юпитера могут существовать кристаллы льда в космосе. Чуть дальше, примерно за Нептуном, возможна конденсация метана (CH_4) в твёрдую фазу.

Соответственно, с планет земной группы так или иначе огромное количество всех летучих соединений — вода и легче — было испарено и унесено на периферию солнечным ветром. Остались только вот эти каменные снаружи и железные внутри сердцевинки. А на планетах-гигантах происходил обратный процесс. Они не только набрали водород и гелий, а также воду, метан и всё остальное летучее, но и сохранили их за счёт своей большой гравитации. Эти вещества не перешли в газовую фазу и не унеслись солнечным ветром. Более того, сюда насыпалось всё то, что из центральных областей солнечным ветром «выгребалось, как бульдозером».

У планет-гигантов основной химический состав — наблюдаемый, естественно, на поверхности — это водород и гелий. И он очень близок к химическому составу самого Солнца. А вот если мы опять-таки начнём спускаться внутрь, то там мы найдём много интересных вещей. Во-первых, огромные шары с массой порядка массы Юпитера, состоящие из водорода и гелия, естественно, не могут быть однородными — они для этого слишком большие. По тем же общим принципам, о которых я говорил вначале, в центре у них будет вещество более концентрированное и более горячее. За счёт повышения давления, например, на Юпитере на глубине 25 тысяч километров происходит переход водорода из газообразной фазы в металлическую, возникает металлический водород. В обычных условиях водород — газ. Но при таких давлениях, которые достигаются на Юпитере на глубине 25 тысяч километров, этот

газ сдавливается до столь плотного состояния, что он превращается в металлическую структуру и возникает металлический водород.

А если мы пойдём ещё глубже, то в центре планет-гигантов мы найдём такие же каменные и железные сердцевинки, которые являются некоторыми аналогами планет земной группы. Скорее всего, у них тоже есть и каменные мантии, и железные ядра. Потому что в конце концов свою порцию железа, никеля и кремния они тоже получили. Другое дело, что массы Юпитера и Земли не сопоставимы. И с Земли всё лёгкое сдуло, осталось только тяжёлое.

За счёт того, что Юпитер имеет гигантскую массу, расчётное значение температуры в центре его ядра составляет уже 30 тысяч градусов. Напомню, в Земле у нас было 6 тысяч. То есть чем больше масса набираемого ядра небесного тела, тем температура в центре становится всё выше, выше и выше.

А у других звёзд найдены планеты, которые называются горячими Юпитерами.

Два слова вообще о планетах других планетных систем — кроме нашей Солнечной. Вот совсем недавно были первые два сообщения о том, что первые две планеты из 300 с лишним открытых уже удалось увидеть непосредственно, то есть наблюдать в виде изображения. Одно изображение было получено космическим телескопом Хаббла, другое изображение было получено системой 8-метровых телескопов на Земле. Это, конечно, рекордное достижение, и я рад, что в 2008 календарном году эти открытия состоялись. Они, в принципе, давно уже ожидалось и, как вы понимаете, все очень хотели посмотреть на эти другие планеты. Вот, посмотрели, наконец.

Но надо понимать, что в основном планеты в других системах обнаруживаются косвенными методами — так было открыто уже более 300 планет. Во-первых, у центральной звезды наблюдаются колебания в её лучевой скорости — из-за того, что близко расположенные планеты её немножко «раскачивают» за счёт своего орбитального движения. Это вполне наблюдаемые и измеряемые эффекты. Второй метод — это затмения. Когда планета проходит перед звездой, перекрывает часть её светового потока. Это, естественно, там жалкие доли процента. Но, тем не менее, это тоже эффект наблюдаемый.

За счёт этих двух эффектов — фотометрический эффект и спектральный анализ скоростей звёзд, 300 планет всё-таки открыли. Естественно что открывались в основном планеты, которые к родным, родительским звёздам максимально близки. Почему они называются горячими Юпитерами? Во-первых, они очень массивные. Типичное значение

массы у них — от единиц до 10 масс Юпитера. Это заведомо планеты-гиганты. А во-вторых, наш Юпитер находится на расстоянии 5 астрономических единиц от Солнца (астрономическая единица — это расстояние Солнце–Земля¹¹). А эти Юпитеры, которые раскачивают родные звёзды чувствительным для нас образом, находятся на расстоянии иногда даже меньше, чем одна астрономическая единица. То есть они летают там где-то в районе Меркурия или Венеры. Естественно, что такие планеты, находясь столь близко от родительской звезды, естественно, сильно нагреваются. Поэтому они получили название горячих Юпитеров. Мы можем сказать так: внутри горячих юпитеров примерно та же структура должна быть, что и в нашем Юпитере. Но центральная температура ещё будет выше. То есть она будет достигать уже где-то, наверное, сотен тысяч градусов.

И вот тут мы начинаем переходить к вопросу о том, **что же находится внутри звёзд**. Потому что чем принципиально отличается звезда от планеты-гиганта? Ведь в природе нет никакой такой границы: «ты будешь планетой, ты будешь звездой». У нас масса набранного тела непрерывным образом меняется. Мы можем найти при желании любое значение для массы тела. И вот по мере того, как масса тела возрастает всё больше и больше, и начинает приближаться к, скажем, 1/10 части массы Солнца, происходит принципиальный переход. Температура в центре такого бывшего планетного тела в процессе его роста по времени всё время повышается. И в один прекрасный момент температура может достигнуть нескольких сотен тысяч градусов или, может быть, миллионов градусов. Тогда уже, хотя и с малой интенсивностью, но уже начнутся термоядерные реакции. Вот когда в центре супермассивной планеты (или протозвезды — как угодно можно называть это переходное состояние) начинают идти термоядерные реакции — переход водорода в гелий и выделение вот этого элемента энергетике — вот тут то мы можем говорить, что произошёл некоторый фазовый переход, что тело преодолело критическую массу, преодолело критическую температуру в центре себя и перешло в стадию звезды. Соответственно, она нагревается не только за счёт гравитационного сжатия — того, что работало раньше, но и включило свой внутренний источник энергии — термоядерную реакцию. И дальше оно будет жить и эволюционировать как звезда.

¹¹ 149597870,610 км; в точности, астрономическая единица равна радиусу круговой орбиты вокруг Солнца, период обращения по которой, при пренебрежении всеми телами Солнечной системы кроме Солнца, был бы точно равен периоду обращения Земли.

Задание 2

Какие небесные объекты можно использовать в качестве эталонных часов? Какие нельзя и почему?

Большинство людей сейчас часами пользуется практически (носит на руке или в кармане), чтобы никуда не опаздывать, и что такое время и как им пользоваться — знает (или думает, что знает). В разные исторические эпохи у человечества существовали разные системы счёта времени и разные реализации того, как время определять (измерять) и как им пользоваться. Причём всегда измерение времени привязано — хотим мы того или не хотим — к объектам небесным, внеземным.

Отметим, во-первых, что эталонные часы — это те, по которым мы свои повседневные часы сверяем. Потому что те часы, которые мы одели на руку (они же могут сломаться), надо с чем-то сравнивать. Какие же небесные объекты являлись раньше и являются теперь «эталонными часами» для всех наших часов, вплоть до тех, которые у каждого постоянно находятся при себе?

Следует назвать два свойства используемых физических объектов, которые всегда лежат в основе измерения времени. Первое — физический процесс должен иметь равномерный характер, то есть главный физический параметр такого процесса должен изменяться на равные величины в зависимости от равных интервалов времени. И второе — в этом процессе должны быть достаточно чёткие периодические изменения или особенности, то есть такие реперные точки, которые будут позволять интервалы времени отсчитывать («раз, два, три, четыре, пять...»). Вот эти интервалы (периоды) мы будем подсчитывать тем или иным способом и формировать затем из них свою шкалу времени.

Сразу отметим общий и правильный ответ всех тех, кто на этот вопрос писал, что нельзя использовать те небесные объекты, которые являются непериодическими и не обладают постоянными параметрами своего движения, например, непериодические кометы и т. п. Естественно, что в целях счёта времени они никогда и не использовались.

С самых древних времён в качестве самого первого эталонного объекта использовалось, естественно, **Солнце** — просто потому, что люди изначально вели дневной образ жизни (сейчас у разных людей это бывает по-разному, но обычно это так). Солнце — самый яркий объект на нашем небе. Исторически (и генетически) все мы входим в биосферу Земли, и вместе с ней, как все нормальные дневные животные, просыпаемся с рассветом, действуем днём, и, соответственно, ближе к вечеру стремимся успокоиться где-нибудь до следующего утра. Поэтому основа

и биосферы Земли и всей человеческой активности — это, естественно, цикл «утро—день—вечер» (большинство животных и растений живут просто по световому дню). Однако точность такого эталонного измерения, естественно, очень низкая — максимум один-два часа. К тому же большинство людей живёт в зоне средних широт, где продолжительность светового дня сильно зависит от сезона года. Если бы мы сейчас находились в тропиках — это было бы не так актуально — поскольку там длина светового дня для всех сезонов практически постоянна.

Как же использовать Солнце для измерения времени? В Древнем Египте ещё 3500 лет назад стали ставить так называемые гномоны. **Гномон** — это достаточно тонкий вертикальный объект (в простейшем случае — шест), который бросает на поверхность земли сформированную (ровную) солнечную тень, которая за счёт движения Солнца по небу движется по земле. Вокруг гномона можно сделать ровную площадку, надлежащим образом её разметить, и отмечать длину тени и направление, куда показывает тень. Получаются простейшие солнечные часы, образованные из вертикально стоящего гномона и движущейся солнечной тени.

В Древнем Египте эти гномоны часто были оформлены в виде украшенных орнаментами каменных обелисков (из песчаника), несколько образцов которых сейчас можно увидеть в столицах ряда европейских государств (например, в Риме и Лондоне). Их максимальная высота могла достигать 24 метров. Это, конечно, совмещение религиозно-культурных целей, которые на эти обелиски возлагались, и чисто практических. Но важный смысл состоит в том, что точность такого подхода к измерению времени по Солнцу уже существенно выше, чем просто часть светового дня. С помощью гномона из гигантского обелиска можно определять время уже с точностью до долей часа. (Здесь имеет смысл напомнить, что в Древнем Египте была десятиричная система счёта — по числу пальцев на обеих руках. Соответственно, день был разделён на 10 дневных часов, ночь была разделена на 10 ночных часов, и ещё по одному часу добавлялось утром и вечером на зарю и сумерки. Итого получалось $12 + 12 = 24$ часа в сутках. Этим необычным делением суток мы пользуемся до сих пор.)

По мере того, как человечество хотело измерять время всё точнее и точнее (а это такой наш основополагающий принцип — мы всегда хотим всё больше и больше, точнее, всё лучше и т. д.) встал вопрос о неравномерности течения светового времени. Солнце меняет свою высоту на небе, и в один и тот же час времени тень будет некоторым образом зависеть от сезона. И кроме того нужно было знать время ночью.

Для этого египтяне изобрели водяные часы — так называемая **клепсидра**. Это сосуд, откуда истекает по капелькам вода, и он сделан таким образом, что истечение воды происходит квазиравномерно. Примерно равномерно меняется и уровень воды, для которого были сделаны отметки. Соответственно, это позволило создать часы, которые работали и меряли время в тёмное время суток, когда нет солнца на небе. Наиболее совершенные водяные часы, сделанные из камня и датированные ок. 1500 г. до н. э., найдены в районе Карнака в Египте. Их точность составляла до 0,2 часа на период 10–12 часов хода (ночного периода времени). Понятно, что такие часы могут работать только такой интервал времени, а потом их нужно опять заполнить водой и вновь запустить, отметив момент старта уже по солнцу. То есть каждые сутки должен осуществляться перезапуск этой системы.

Почти на 3000 лет позже, благодаря тому, что в и древнем мире, и в средние века развивались математика и механика, появились первые механические колебательные системы. Они назывались «**биянец**», и представляли собой коромысло с грузами на концах, которое может поворачиваться из одной стороны в другую. За счёт зубчатых передач на обоих концах своего пути этот колебательный механизм получает толчок в противоположную сторону для возвратного движения. Работу биянца можно уподобить тому, как если, например, фокусник-жонглёр берёт два апельсина и начинает ими просто жонглировать руками. Процесс такого движения будет квазипериодический, длительность каждого периода движения будет зависеть от его амплитуды. Но, конечно, благодаря возможностям регулировки поворотного механизма можно уже создать шкалу времени более точную, чем просто определение долей времени светового дня. Лучшая точность систем, основанных на принципе возвратного движения, составляла около получаса на сутки, и на основе таких механических систем были созданы первые башенные часы, которые начали появляться в городах Западной Европы начиная примерно с 1200 года. В разных странах они сохранились в разной степени сохранности и функциональности, но тем не менее с образцами некоторых из них сейчас тоже можно ознакомиться.

Наконец, следующий подход к проблеме совершил Галилео Галилей в 1583 году, когда проанализировал движение механического **маятника**. По легенде, которая, по-видимому, правдоподобна, Галилей находился на богослужении в соборе города Пиза. В Пизанском соборе есть целый набор люстр, как говорится, типового дизайна (их или их копии сейчас показывают там туристам), и все они имеют одинаковую длину подвеса. В зависимости от дуновений ветра эти люстры немного раскачивались

из стороны в сторону. Поскольку их было несколько, то Галилей обратил внимание, что период качания люстр не зависит от амплитуды качания каждой люстры. Постоянство периода — это принципиальный вопрос, поскольку предшествующие механические системы, которые я упоминал — биянцы — имеют период колебаний, который сильно зависит от их амплитуды. Чем шире амплитуда возвратных движений коромысла, тем дольше они происходят. Галилей по собственному пульсу (опять-таки по легенде, которая скорее всего правдоподобна) проверил периоды колебаний разных люстр. Оказалось, что они все одинаковы.

Когда Галилей начал исследовать вопрос колебаний более детально, он пришёл к модели идеального математического маятника, который состоит из точечной массы M и подвеса определённой длины L , невесомого и нерастяжимого. Также считается, что нет сопротивления воздуха, внешних сотрясений и т. п., то есть вводятся все необходимые идеализации. И вот такой математический маятник, являющийся идеальной моделью маятника физического, будет совершать периодические колебания, период которых в первом приближении не будет зависеть от амплитуды качаний и будет равен $T = 2\pi\sqrt{g/l}$. (Если быть более точным — уже для старших классов — период колебаний простого маятника, конечно, зависит от его амплитуды. Но в данном случае речь идёт о малых углах, когда амплитуда колебаний много меньше, чем длина маятника.).

Техническая реализация зависимостей, которые Галилей выявил для математического маятника, принадлежит Гюйгенсу, который в 1658 году предложил первые механические часы на основе колебаний маятника. Это был принципиальный скачок по точности счёта времени. На границе 17–18 веков точность часов, основанных на идеях Галилея и механизмах Гюйгенса, возросла уже примерно до одной минуты за сутки. То есть маятниковые часы — это уже механические системы, которые могли достаточно точно показывать вам время в течении всего дня. Единственное затруднение — их надо было всё равно поверять по истинному полудню — чтобы часы не слишком ушли от реального солнца.

И вот, когда механика часового дела развилась до достаточно хорошего состояния — я напомним, что все эти часы были стационарными, стояли они, естественно, неподвижно в комнатах, — обнаружилась одна очень удивительная вещь. Удивительное состояло в том, что истинный полдень, то есть тот момент, когда Солнце проходит над точкой юга в своем наивысшем положении, оказывался в разные месяцы года разным по времени. На эту тему у парижских часовщиков даже был свой девиз,

он звучал примерно так: «Солнце показывает время обманчиво!». То есть к тому времени люди уже понимали, что механические часы идут более равномерно, чем даже Солнце по небу. Это было очень странно, и только впоследствии этому появилось объяснение. Оно состоит в том, что к сожалению (а может быть — к счастью) орбита Земли не строго круговая, а немного эллиптическая. Поэтому в зависимости от сезона, в какой части орбиты мы находимся, Солнце будет достигать полуденной линии в разное время. Разница этих моментов времени достигает 16 минут (т. н. «уравнение времени», или разница между средним и истинным солнечным временем). Соответственно, такой интервал времени на суточном ходе механические часы уже начали ловить и стало понятно, что Солнце движется по небу неравномерно. Естественно, после этого от реального Солнца в качестве эталона времени пришлось отказаться, и на этом эпоха солнечных часов закончилась.

Несколько слов нужно сказать про Луну — потому что она тоже упоминалась в ответах. Её также можно использовать в качестве эталонного часового механизма. Но, к сожалению, ещё в меньшей степени, чем Солнце. Потому что Луна совершает собственные движения относительно звёзд достаточно быстро, каждый день она смещается на небе примерно на 13 градусов, а за месяц делает полный оборот вокруг Земли, сменяя все свои фазы. И поэтому изо дня в день время её восхода и время захода для одного и того же места наблюдения меняется довольно существенно. Без предварительных подсчётов нельзя сказать, когда Луна взойдёт, в каком месте она будет находиться и, соответственно, как-то по ней ориентироваться. На неё нельзя полагаться в счёте времени — скорее всего Луна вас будет в этом вопросе серьёзно подводить. У древних римлян про нее, опять-таки, была поговорка «Luna fallax» (Луна-обманщица). Единственный момент, когда Луна использовалась в качестве измерителя времени — это счёт месяцев по Луне, или начало месяца лунного календаря. По-гречески это называется «неомения», то есть появление «новой» Луны. Это момент, когда наблюдается новый, «молодой» месяц — первый вечер, когда он может наблюдаться. В календарных системах, которые пользуются лунным календарём (древнегреческий, древнеримский, еврейский, мусульманский и восточный лунные календари), этот момент считается началом нового лунного месяца.

Кстати, здесь есть некоторая тонкость. Дело в том, что Луна, как я сказал, постоянно смещается относительно Солнца. В момент новолуния — Луна была на одной линии с Солнцем, и мы на небе её не видели. Потом она начинает смещаться от Солнца влево, и в какой-то момент

возникает возможность видимости самого раннего лунного месяца в виде самого тонкого ободочка. Вопрос — а когда же это произойдёт? Ньюанс состоит в том, что в разных частях земного шара это может произойти в разные даты. Если вы, например, находитесь где-нибудь в восточных странах, там Луна будет видна ближе к Солнцу, и из-за плохих погодных условий молодого месяца в этот вечер можно не увидеть. Пройдёт несколько часов, Солнце и Луна вместе с ним переместятся на запад, и наблюдатель, находясь на несколько часов долготы западнее, уже где-нибудь в западных странах, заметит, что за счёт собственного движения Луны относительно Солнца угол между ними несколько увеличится, и, если повезёт с погодой, то молодой лунный месяц уже можно будет увидеть. И поэтому может получиться так, что в один и тот же день в одном месте земного шара новый лунный месяц ещё не наступил, а в другом — уже наступил. Такое «биение» действительно имеет место быть, это — естественная неточность любого лунного календаря. Обычно люди просто договариваются — какую именно календарную дату считать началом каждого лунного месяца.

Когда к 18 веку люди поняли, что Луна движется по небу как хочет, а Солнце движется неравномерно, — в счёте времени настало время вновь задаться вопросом: можно ли в качестве эталонных для часов использовать видимые звёзды? «Вновь» — опять-таки потому, что первый опыт использования звёзд для счёта времени относится тоже к Древнему Египту примерно 1500 лет до нашей эры. Египтяне придумали так называемые ночные звёздные часы — метод, который впоследствии перешёл и во всю остальную наблюдательную астрономию — **метод визирования звёзд**. Два человека располагались лицом друг к другу на некотором расстоянии по линии Север—Юг, один — севернее, — наблюдатель, а другой садился в качестве стационарного объекта, относительно которого наблюдались звёзды, точно в линии меридиана (некоторые исследователи предполагают, что это мог быть даже и не живой человек, а манекен, либо просто символическое изображение сидящего человека). При этом «наблюдатель» мог видеть, как на южной части неба видимые звёзды перемещаются относительно второй фигуры. У египтян даже сохранились такие рисунки и таблицы, где написано, какая звезда когда и в какой сезон находится над головой, над ухом, над плечом фигуры и т. д. То есть производилась фиксация положения тех или иных видимых звёзд относительно линии Север—Юг в разные моменты времени.

В современном мире — естественно, на других уровнях точности и в другой технической реализации — это называется **прохождением**

звёзд через меридиан. Меридианный круг и полуденную трубу впервые изобрёл парижский астроном Оле Рёмер (сам он был по национальности датчанином) около 1690 года. Первые его наблюдения относились к неравномерности явлений (затмений и прохождений) в системе спутников Юпитера (так совершенно неожиданно была обнаружена конечная величина скорости света). Чтобы убрать такого рода эффекты и повысить точность, Оле Рёмеру потребовалось наблюдать прохождение звёзд через меридиан с точной заметкой момента времени. Для этого он взял подзорную трубу, закрепил её на горизонтальной оси, и эту трубу расположил в плоскости меридиана. Затем стал смотреть, в какой момент времени та или иная звезда пересекает плоскость меридиана (механические маятниковые часы стояли рядом). Такое использование видимых звёзд сразу позволило увеличить точность проверки времени до 1 минуты в сутки и уйти от эффектов орбиты Земли и неравномерности движения Солнца.

Потому что движение видимых звёзд, наблюдаемое в плоскости меридиана, определяется только эффектом собственного вращения Земли.

Благодаря этому произошло следующее повышение точности времени: в течении 18–19 веков механические системы часов совершенствовались, точность их возрастала, и к концу 19 века измеряемая с помощью звёзд как эталона точность времени достигла 1/10 секунды.

Но затем в игру вступили уже следующие эффекты. Оказалось, что вращение Земли вокруг своей оси также является неравномерным. Так устроена жизнь — исследуя какое-то явление, какой-то эффект, мы всё время наращиваем нашу точность, аккуратность, применяем всё новые и новые технологии (как это сейчас называется) для измерений. И на каждом очередном этапе обнаруживаем, что существуют какие-то новые физические явления, которые вот «всплывают» по мере того, как точность наших измерений возрастает. Когда точность увеличилась до десятых и сотых долей секунды на сутки, обнаружился эффект неравномерности вращения Земли вокруг своей оси. Заметить это раньше было, конечно, невозможно.

Можно назвать три основных эффекта, из-за которых Земля вращается неравномерно. Во-первых, у Земли есть вековое замедление собственного вращения. Наш спутник Луна вызывает в теле Земли деформации, т. е. приливы, и торможение из-за приливного трения увеличивает продолжительность суток примерно на две тысячные секунды за столетие. Кроме этого у Земли есть годовые вариации скорости собственного вращения, они составляют около 0,0025 секунды на сутки. То

есть продолжительность суток летом и зимой немножечко отличаются. И, плюс к этому, у Земли наблюдаются нерегулярные скачкообразные изменения продолжительности суток, амплитуда этого эффекта примерно 0,004 секунды. Это связано, по видимому с внутренними движениями в теле Земли. То есть оказалось, что если мы, сидя на вращающейся Земле, пытаемся свои часы контролировать по видимым звёздам, то всплывают вот такие эффекты неравномерного вращения Земли.

Чтобы уйти от этого, в 1900 году Ньюком предложил равномерное **эфемеридное** (ньюкомовское) время. Это условная шкала времени, которая нивелирует все эти природные явления: и неравномерности движения Солнца за счёт орбиты Земли, и ошибки собственного вращения Земли. Основой для эфемеридного времени был взят так называемый тропический год — период обращения Земли по орбите вокруг Солнца. Это более длинный период времени, и он более устойчивый. Все эффекты, которые влияют на продолжительность тропического года, существенно более слабые. Эта шкала времени легла в основу часов с 1900 года и действовала до 1972 года, когда было принято так называемое **«атомное» время** на основе атомных стандартов частоты.

На этом в части эталонных часов все известные нам и видимые простым взглядом отдельные небесные тела, по-видимому, исчерпываются. А человечество хотело повышать точность и дальше. Вы знаете, что сейчас точность 1/100 секунды в сутки мало кого устраивает, все хотят иметь более точное время. Для этого пришлось перейти к следующим классам объектов.

Первый класс объектов — это Солнечная система в целом: Солнце, все планеты и Земля, как ансамбль тел, движущийся целиком. Поскольку планеты влияют друг на друга за счёт собственного тяготения, они вносят взаимные возмущения и в свои движения по орбитам. Для того, чтобы все эти эффекты были сглажены, было введено так называемое **барицентрическое время**. Это — время, текущее равномерно в центре масс солнечной системы (а центр масс всей Солнечной системы находится хотя и внутри Солнца, но не в его центре). В барицентрическое время включены все наблюдательные поправки, связанные с движением всех тел Солнечной системы. За счёт того, что этот ансамбль тел движется достаточно согласованно, то есть все колебания отдельных тел нивелируются в ансамбле, это время существенно более точно и стабильно. Сюда же вводятся все поправки, которые даёт общая теория относительности¹².

¹²На самом деле в рамках теории относительности невозможно корректно опре-

Вот такая сложная система сейчас функционирует, обеспечивая равномерный отсчёт течения времени и периодическую выдачу сигналов точного времени, которые транслируются через системы связи. В основе точности системы, которой мы пользуемся, лежат технологически атомные стандарты частоты. Их относительная точность (собственная стабильность частот) сейчас достигает 10^{-16} . Ошибка в 1 секунду атомными стандартами накапливается примерно за миллион лет. А поверочной системой для этих стандартов является барицентрическое время Солнечной системы, то есть вся совокупность наблюдательных данных по Солнечной системе вместе взятых.

Кроме этого, всегда полезно иметь независимые физические системы, по которым вы можете верить время таким же образом. На сегодняшний день был найден только один класс физических объектов, который имеет сопоставимую точность и полностью физически независим от Солнечной системы. Это так называемые пульсары. Наверное вы знаете, что звёзды в процессе своей эволюции после того, как они вырабатывают в себе ядерное топливо, сбрасывают внешнюю оболочку, и от них остаётся так называемая нейтронная звезда. Это очень компактный объект, куда собрана большая часть массы звезды. И, за счёт того, что этот объект компактный, он быстро вращается. За счёт сильного магнитного поля, которое тоже «сжалось» на эту нейтронную звезду (фактически остаток прежней звезды), возникает такое горячее пятно, на которое с высокими скоростями падает плазма и которое очень ярко излучает в радиодиапазоне. Получается направленный луч, который вращается вместе со звездой в пространстве. Соответственно, в радиодиапазоне получается аналог светового маяка. Пульсары вращаются очень быстро: их периоды вращения составляют миллисекунды. Каждый отдельный объект может обладать своими ошибками: в пульсарах происходят внутренние перестройки, и периоды их иногда меняются. Период каждого отдельного пульсара также может меняться с течением времени вековым образом. Но когда вы берёте сотни пульсаров — а их уже несколько сотен известно и наблюдается — они образуют ансамбль объектов, суммарно достаточно стабильных по времени и, самое главное, полностью физически независимых от нашей Солнечной системы. На их основе строится точно также параллельная шкала времени — так называемое **пульсарное время**. И мы можем сравнивать эти две шкалы времени между собой.

делить «центр масс» (как это делается в классической механике), и, в частности, центр масс Солнечной системы — это лишь условное название.

Задание 3

Почему звёзды не падают друг на друга? Могут ли они сталкиваться? Может ли наше Солнце «упасть» в центр Галактики? Как будут выглядеть наши созвездия через галактический год?

В ответах нередко упоминались падающие звёзды. Как известно, «падающие звёзды» — это метеоры — мелкие пылевые частицы, которые с космическими скоростями влетают в атмосферу Земли, в верхних слоях атмосферы за счёт динамического трения о воздух нагреваются и начинают светиться — сгорают как правило. К счастью, это не звёзды, которые могли бы на нас упасть. Если входящие метеорные тела имеют больший размер — десятки сантиметров, тем более метры — такие тоже бывают, то они могут не сгореть полностью, а от нагрева, допустим, взорваться в верхних слоях атмосферы. Это явление называется болидом — когда достаточно яркое тело проходит земную атмосферу, светится или взрывается. Если какие-нибудь фрагменты выпадают на поверхность земли, то они называются уже метеоритами.

Итак, «падающие звёзды» — это не звёзды. Почему же настоящие звёзды не падают друг на друга?

Многие в ответах упоминали так называемые двойные и кратные звёзды. Действительно, большинство звёзд в нашей Галактике (и, по видимому, в других тоже) входят в группировки, — живут не одиночной жизнью, а являются членами пар — соответственно, это двойные звёзды. Двойные звёзды просто наиболее известны, поскольку они могут быть довольно близкими между собой и поэтому они наиболее хорошо наблюдаемы. Если они между собой физически, т. е. гравитационно связаны — то они совместно вращаются и движутся по орбитам, которые определяются законами Ньютона и Кеплера. При этом они, естественно, не сталкиваются, т. к. имеют запас кинетической энергии, который препятствует их сближению и столкновению между собой.

Кратные звёзды обычно возникают совместно возникновением, потому что звёзды рождаются целыми группами из газопылевых облаков. И если они не разлетятся, то могут образовывать кратные системы, сложно организованные в динамическом отношении. Например, наблюдаются системы из 6 звёзд и более. Опять-таки, это системы звёзд, которые гравитационно друг с другом связаны, они образуют единый ансамбль, вращаются вокруг друг друга по разным и устойчивым орбитам, и поэтому друг на друга не падают.

А что можно сказать о других звёздах, которые, видимо, не входят в такие устойчивые коллективы? Любые звёзды, как известно, не явля-

ются неподвижными объектами — они движутся в пространстве. У всех звёзд наблюдается собственные движения различной величины. Во первых, в картинной плоскости они наблюдаются за счёт того, что положение звезды может смещаться относительно других звёзд поперёк луча зрения. Скажем, так называемая Летящая звезда Барнарда — рекордсмен по собственному движению, — смещается примерно на 10 угловых секунд в год. То есть за 100 лет она перемещается на небе почти на размер видимого диска Луны. Вдоль луча зрения звёзды тоже движутся. Этот эффект наблюдается за счёт смещения спектральных линий в спектре звезды, — её лучевой скорости. Звёзды могут как приближаться к нам, так и удаляться. Они имеют красное смещение линий в спектре, если удаляются от нас, или фиолетовое смещение — если к нам приближаются. Наиболее быстрым объектом является звезда, которая получила имя Каптейна, астронома, который занимался исследованиями движений звёзд в нашей Галактике. Она удаляется от нас со скоростью 245 километров в секунду (что даже больше, чем линейная скорость вращения диска Галактики в наших окрестностях, то есть скорость вращения по «орбите» Солнца вокруг центра Галактики).

Таким образом, все звёзды движутся, и движутся довольно быстро. И единственная причина, почему мы не замечаем этого невооружённым глазом — это просто потому, что звёзды от нас сильно удалены. Именно этот эффект — удаление звёзд от нас и удаление друг от друга — как раз и является тем объясняющим фактором, почему звёзды друг с другом не сталкиваются. На сегодняшний день прямого столкновения между собой для обычных звёзд астрономы пока ещё не наблюдали.

Чтобы понять соотношение размеров звёзд и расстояний между ними, давайте сравним эти величины. Ближайшая к Солнцу звезда — это Проксима Центавра, которая находится от нас на расстоянии 1,3 парсека¹³.

А размер нашего Солнца составляет 700 тысяч километров. В данном случае отношение размера звезды к расстоянию между соседними звездами составит примерно $2 \cdot 10^{-8}$. Соответственно, отношение величин объёма, заполненного телом звезды, и «пустоты» между звёздами составит около $(2 \cdot 10^{-8})^3 \approx 10^{-23}$. Поэтому понятно, что вероятность пространственного контакта между звездами (их «столкновения») ничтожно мала.

¹³Парсек — часто используемая в астрономии единица длины, равная $3,08568 \cdot 10^{13}$ км. Это такое расстояние, с которого средний радиус земной орбиты виден под углом одна угловая секунда. Название происходит от «параллакс секунды»

Известному астроному П. П. Паренаго принадлежит следующее образное сравнение расстояний и пространственных скоростей звёзд: две соседние звезды могут быть подобны двум вишням, одна из которых находится в Москве, а другая — в Туле, и движущимся со скоростью 1 м в год. (В этом случае из Тулы в Москву «вишня» по прямой «прилетит» примерно за 200000 лет, что вполне сопоставимо с характерными временами изменения видимых конфигураций созвездий.)

Но это не значит, конечно, что столкновение звёзд невозможно физически. Просто это очень маловероятное событие. Мы его пока не видели (может быть и хорошо, что не видели). Но такие вещи возможны.

При каких же условиях звёзды могут сталкиваться? Во-первых, Галактика населена неравномерно, помимо её средней плотности звёздного населения есть звёздные скопления — области пространства, где звёзды сгруппированы наиболее плотно. Например, в центре скопления Омега Центавра (см. <http://www.astronet.ru/db/msg/1171158>) плотность звёзд примерно в 10000 раз превышает среднюю плотность звёзд в окрестностях Солнца. Естественно, что в центрах плотных звёздных скоплений вероятность столкновения звёзд многократно повышается.

Также есть предположения — и они недавно публиковались — что массивные голубые звёзды (с массами порядка 100 масс Солнца; голубые — значит очень горячие звёзды — они светят очень ярко) в некоторых расчётах могут образовываться за счёт слияния двух или нескольких типичных звёзд. Опять-таки, это одна из гипотез формирования массивных звёзд, которая, по-видимому, тоже имеет право на жизнь.

Если мы направимся в те области пространства, где плотность звёзд ещё больше, например, в центрах галактик, то там также вероятность того, что звёзды между собой могут сталкиваться и взаимодействовать, будет возрастать. Нужно напомнить, что представляют собой типичные звёзды, и что с ними может происходить при тесном сближении. Звёзды — это не резиновые мячики, не бильярдные шары. Это самогравитирующие газовые (плазменные) тела. Лобовое столкновение двух звезд практически невероятно. Скорее всего речь может идти об их тесном сближении, когда звёзды сближаются на некоторое минимальное (т. н. прицельное) расстояние, и начинают существенно воздействовать друг на друга. При этом их траектория движения трансформируется, искривляется. За счёт взаимных гравитационных эффектов начинает меняться их форма: они начинают вытягиваться, с их поверхности истекают газовые потоки. Это довольно сложная газовая динамика. Тем не менее, такие тесные сближения звёзд — это эффекты возможные и, по крайней мере, они теоретически рассчитываются.

В качестве одного из наблюдательных эффектов, который, возможно, своей причиной имеет столкновение звёзд, можно назвать так называемые гамма-вспышки. Но гамма-вспышки, как предполагается, являются результатом столкновения не обыкновенных звёзд (они бы тогда не породили гамма-вспышку), а это столкновение либо двух нейтронных звёзд, либо столкновение нейтронной звезды и чёрной дыры.

Несколько слов о дальнейшей динамической судьбе нашего Солнца. Может ли наше Солнце упасть в центр Галактики? Опять-таки, Солнце обладает собственным движением, оно движется по орбите вокруг центра Галактики со скоростью примерно 220 км/сек. А период, за который мы вместе с Солнцем обходим центр Галактики по кругу, составляет примерно 220 миллионов лет. Это так называемый галактический год.

Для того, чтобы Солнцу «упасть» в центр Галактики, ему нужно сначала каким-то образом потерять всю свою кинетическую энергию, с которой оно движется по галактической орбите. Но потерять её не так просто. Если никто не поведет сильно на нас тем или иным образом, Солнце так и будет двигаться по этой орбите, по крайней мере на разумное число оборотов. Кстати, если мы сопоставим время жизни Солнца как звезды и Солнечной системы (это примерно 4,5 миллиарда лет) и длительность галактического года, то мы увидим, что наша планета Земля вместе с Солнцем уже несколько десятков раз облетели вокруг центра нашей Галактики. Естественно, что за это время наша планетная система и наше Солнце, наверное, испытали много разных встреч и взаимодействий с теми объектами, которые на этом пути могли нам встретиться.

А тем звёздам, которые потеряли свою кинетическую энергию и «спустились» к центру Галактики поближе, можно сказать, сильно не повезло — им действительно может угрожать опасность быть поглощёнными сверхмассивной чёрной дырой, которая располагается в центре Галактики. Последнее время относительно центра нашей Галактики появилось довольно много новой информации о том, как движутся там массивные звёзды вблизи центра. Дело в том, что сама сверхмассивная чёрная дыра напрямую не наблюдается, она ничего не излучает, но те звёзды, которые имеют несчастье или счастье обращаться в ближайших её окрестностях — для них проведены наблюдения, и построены их траектории, — они достаточно резко меняют направление своего движения, когда проходят мимо центрального сверхтяжёлого объекта. На сегодняшний день наша центральная чёрная дыра пока ещё никого не «съела», но на периодах порядка миллионов лет такие события вполне возможны.

Ещё один подвопрос этого вопроса — как будут выглядеть привычные нам созвездия через галактический год (то есть через 220 миллионов лет)? Если мы вместе с Солнцем пропутешествовали вокруг центра нашей Галактики, то за это время, естественно, все те звёзды, которые сейчас составляют наши окрестности и звёздное население вокруг нас, — они за это время от нас уже уйдут. Не только за галактический год, а на самом деле за гораздо более короткие интервалы времени, скажем, за 10 миллионов лет, существенным образом меняется не только внешний вид звёздного неба — конфигурация созвездий, и всё остальное, — но и сам состав тех звёзд, которые вокруг нас находятся. Те звёзды, которые сейчас являются нашими соседями, от нас куда-то уйдут — по своим траекториям, по своим путям. Но взамен мы повстречаемся со многими другими звёздами, которые сейчас от нас далеко, нами не наблюдаются, но через ту или иную долю галактического года окажутся нашими новыми соседями.

Задание 4

Какие Вы знаете открытые, потом забытые и вновь «переоткрытые» открытия (в области астрономии и наук о Земле)?

В связи с тем, что в древнем мире и в средние века наука, в том числе и астрономия, развивалась в нескольких цивилизациях во многом параллельно, многие принципиальные понятия и открытия открывались или «переоткрывались» в разных странах и в разные времена независимо или повторно.

В качестве нескольких таких примеров можно привести таблицу с указанием явлений, авторов и дат таких открытий, приведённую в критериях проверки работ (стр. 196)

Большинство участников Турнира упомянуло переоткрытие Америки Колумбом, что признавалось верным ответом в отношении географии.

Задание 5

Знаете ли Вы случаи, когда небесные тела движутся не так, как следует по закону тяготения Ньютона? Какие силы за это ответственны?

Во-первых, я упомяну так называемые видимые эффекты отклонений в движениях. Можно вспомнить о наблюдаемом эффекте, который состоит в запаздывании затмений спутников в системе Юпитера: вели-

чина этих задержек от расчётного, равномерного времени может составлять до 16 минут, Их обнаружил почти случайно Оле Рёмер в середине 17 века, и поначалу они были совершенно непонятны. Впоследствии оказалось, что эти запаздывания — не что иное, как просто следствие того факта, что свет имеет конечную скорость распространения, и это время ему необходимо для прохождения орбиты Земли поперёк. В одних случаях, когда Земля и Юпитер находились по одну сторону от Солнца, расстояние между Землёй и Юпитером меньше на астрономическую единицу, соответственно, свет приходит быстрее. Через полгода, когда Земля уходила на другую сторону, расстояние между Юпитером с его спутниками и Землёй увеличивалось на 2 астрономические единицы — на диаметр земной орбиты. В этот период свету требовалось дважды по 8 минут, чтобы пробежать это расстояние (скорость света 300000 км/сек), а наблюдателю на Земле казалось, что движение спутников Юпитера вдруг оказалось замедленным (отстающим) на 16 минут.

Естественно, тогда никакого вразумительного объяснения «сходу» придумать не удалось. Воспринимали это наблюдение как артефакт — очевидное явление, суть которого непонятна. Это было удивительно. Но я об этом упоминаю только потому, что это видимый эффект, но никакого реального воздействия на движение спутников, конечно, здесь не происходит. Они двигались, как и положено, по теории тяготения Ньютона, которая, правда, была описана Ньютоном позже.

Как вы опять-таки, наверное, знаете, триумфальным подтверждением правильности Закона всемирного тяготения, теории Ньютона и расчётов движения небесных тел по ней был предрасчёт момента очередного возврата кометы Галлея. Комета Галлея — это периодическая комета, которая к нам приходит каждые 76 лет. Последний её приход был в 1986 году, а следующий предстоит в 2062 году. Пометьте себе, не забудьте посмотреть — будет красиво, всего 50 лет осталось, не так много. Когда за кометами стали следить более-менее систематически, начали их записывать — кто, когда, куда пришёл, то оказалось, что есть кометы, которые через достаточно равные промежутки времени приходят к Земле и наблюдаются в разные эпохи, разные времена и имеют близкие параметры орбиты. Возникло, естественно, предположение, что не одно и то же ли это физическое тело. Предположение здравое. Для этого надо было примерно рассчитать, в какое время, в каком году она придёт следующий раз. Это было сделано. На основе, естественно, теории тяготения Ньютона. И более того — на основе этой теории тяготения были учтены гравитационные воздействия планет-гигантов, мимо которых комета Галлея путешествовала. Были внесены эти поправки.

И оказалось, что с учётом этих поправок комета пришла именно тогда, когда вот надо было ей прийти. За что все ей сказали большое спасибо за наглядное и расчётное подтверждение правильности теории тяготения Ньютона.

Поэтому понятно, что в небесной механике эта теория является основой. И все остальные вещи, о которых я сейчас буду упоминать — они имеют характер либо поправок, либо, наоборот, искажений к ней.

Первое искажение я упомянул — это возможное гравитационное возмущение от третьего тела. Пусть у нас есть центральное тело — например, Солнце. Вокруг него кто-то вращается, например, комета. То, естественно, это будет кеплерова орбита, и движение будет подчиняться законам Ньютона. До тех пор, пока это система двух тел. Когда появляется третье тело — например, какая-нибудь большая планета — возникает взаимное тяготение между участниками процесса, возникает гравитационное возмущение. И, естественно, эти орбиты начинают двигаться по-другому. Если посчитать правильно, как это было в случае с кометой Галлея, то всё хорошо, всё сойдётся. Если это забыть посчитать или неправильно посчитать, то может не сойтись. И возникнут неожиданные гравитационные возмущения.

К слову сказать, именно этот эффект гравитационных возмущений от Юпитера по отношению к астероидам (пояс астероидов) является причиной того, что в поясе астероидов отсутствуют те объекты, которые бы могли иметь период обращения, кратный с Юпитером. Потому что в данном случае они попадают в так называемый гравитационный резонанс, они на каждом обороте получают дополнительное возмущение от Юпитера. Хотя на каждом шаге это возмущение очень мало, но если периоды синхронизованы — оно будет накапливаться, накапливаться, накапливаться. И в конечном счёте за счёт этих малых, но синхронных доз гравитационного возмущения орбита астероида может претерпеть столь большие итоговые возмущения, что астероид уйдёт со своей траектории. И дальше его судьба может быть различной. Он может полететь каким-то другим образом.

Следующий эффект, который мы можем упомянуть — это так называемые приливные силы. Все мы знаем о приливах, которые мы можем наблюдать на Земле. Точнее говоря — на воде, на водной поверхности Земли. Это гравитационные воздействия нашего ближайшего соседа — Луны. Но как это не странно, опять-таки, очень малые по своей абсолютной величине гравитационные воздействия могут быть и между другими телами тоже. И, в частности, например, вот такой эффект гравитационного резонанса наблюдается между Венерой и Землёй. Потому

что Венера в ходе своего орбитального движения периодически с Землёй сближается. Соответственно, когда Венера и Земля по одну сторону Солнца — у них маленькое расстояние между собой, когда Венера уходит на другую сторону Солнца — у неё максимальное удаление от Земли. И оказалось, что в моменты наибольшего сближения между Венерой и Землёй Венера оказывается повёрнутой к Земле одним и тем же полушарием. То есть собственное вращение Венеры за счёт этих приливных эффектов — гравитационного резонанса — оказалось согласованным с её орбитальным движением таким образом, что при сближении с Землёй она оказывается повёрнутой одной и той же стороной.

Собственно, самый наглядный такой гравитационный резонанс вы увидите на Луне — потому что Луна у нас повёрнута одной и той же стороной к Земле всегда. Но это уже настолько обыденный факт для всех земных жителей, что этому как-то никто особо не удивляется. Хотя можно было бы удивиться — это тоже эффект синхронизации осевого вращения и орбитального движения таким образом, что тело оказывается повёрнутым к своему притягивающему центру всегда одной стороной.

Следующий эффект — не то чтобы малый, просто он возникает не всегда — это сопротивление среды. Идеальное движение по законам Ньютона будет тогда, когда тело движется без сопротивления среды. Как только вы попадаете в среду и начинаете двигаться в среде — у вас возникает сила торможения — противодействия среды. Самым наглядным проявлением для Земли является падение метеоров в нашей атмосфере. Маленькие частички космической пыли, которые влетают в верхние слои атмосферы, не продолжают своё движение по орбите вокруг Солнца, как они двигались до сих пор, а влетают в атмосферу, начинают тормозиться, нагреваться, сгорают. Допустим, у нас есть спутник, который летает вокруг Земли. Если перигей у него будет достаточно низко — он может «чиркать» за атмосферу Земли. Соответственно, в этой части будет возникать сила аэродинамического торможения. И он претерпит орбитальные возмущения, потеряет часть энергии в атмосфере и у него орбита будет эволюционировать — он станет ниже летать. Кончится это дело тем, что он, потеряв достаточное количество потенциальной и кинетической энергии при движении в верхних слоях атмосферы, начнёт двигаться просто по круговой орбите. И если это будет происходить в достаточно плотных слоях атмосферы — дальше он по спирали будет спускаться всё ниже и ниже, пока, соответственно, не сгорит в атмосфере Земли и не прекратит своё существование. Вот таким образом, в данном случае — за счёт аэродинамического эффекта — мы имеем пря-

мое отклонение от законов Кеплера и Ньютона. По этой схеме происходит снятие с орбиты практически всех космических аппаратов, которые функционируют на низких орбитах и которые нужно убрать. Обычно их топят в океане. За счёт придачи тормозного импульса.

Следующий эффект движения тел как бы не совсем по законам Ньютона, а с привлечением дополнительных сил — это эффект давления света. Опять таки, очень маленький эффект в количественном отношении, но если его копить достаточно долго, то можно получить существенное приращение к своему движению. На эту тему есть несколько проектов (пока ещё не осуществлённых технологически), которые называются «Солнечный парус». То есть спутники могут распускать в свободном пространстве такую тонкую плёнку на достаточно большой собирающей площади и пользоваться световым давлением, которое будет солнечный свет оказывать на такой парус, для получения дополнительного импульса движения.

Один из вариантов работы с приближающимися астероидами, опять-таки на практике пока ещё не проверенный, а только обсуждаемый гипотетически, состоит в том, чтобы на астероид наносить краску с теми или иными свойствами. Скажем, если за счёт покраски изменить его альбедо (коэффициент отражения света поверхностью), например, сделать чёрным или почти зеркальным, то изменится сила давления солнечного ветра, действующая на астероид в направлении от Солнца, возникнет дополнительный возмущающий эффект к его обычному движению, и он будет двигаться уже не по той траектории, по которой летел изначально. При этом может возникнуть изменение радиуса первоначальной орбиты или изменение ориентации плоскости орбиты, что даёт возможность добиться хотя и небольшого по величине, но важного пространственного смещения.

Ну и здесь я упомяну ещё один объект, который очень хорошо работает за счёт светового давления. Но, правда, это не сам объект — это хвост кометы. Дело в том, что сама комета является объектом довольно компактным. Скажем, комета Галлея, о которой мы говорили, имеет размер ядра около 10 километров, и она летает более-менее без воздействия сил светового давления — они там слишком ничтожны. А вот когда комета начинает испаряться, образует газо-пылевую кому вокруг ядра, а потом эта кома освещается Солнцем — то вот здесь эффект светового давления как раз и наблюдается, что называется, воочию. Потому что за счёт давления солнечного света у кометы вырастает хвост, который в пространстве может протягиваться на миллионы километров. Это, конечно, не само небесное тело — ядро продолжает лететь

по той траектории, по которой летело раньше. Но тем не менее элемент такой украшения, который «развевается» по солнечному ветру.

Говоря о кометах, я хочу упомянуть ещё один эффект, который вносит поправки в орбитальное движение уже центрального ядра кометы — это реактивные силы, которые могут возникать на поверхности комет за счёт испарения газов с них. Ядро кометы при приближении к Солнцу освещается Солнцем. Естественно, освещённая часть нагревается. Правда, надо сказать, что ядра комет тоже обладают собственным вращением, а вращаются они довольно хаотическим образом. Но тем не менее за счёт нагрева солнечным светом (не ветром уже, а светом) часть поверхности кометы нагревается, здесь вполне может происходить переход в газообразное состояние части вещества под коркой, и из кометы могут вырываться струи пара и газа — вещества, которое перешло из твёрдого состояния в газообразное. Это такие получаются реактивные струи. Кстати, они очень хорошо были видны на съёмках ядра кометы Галлея в 1986 году. Возникает реактивный эффект, как от двигателя. Если вы пускаете струю газа в одну сторону, то естественно, что центральное тело — в данном случае ядро — будет испытывать довольно существенные отклонения в противоположную сторону. Опять-таки, на этом эффекте тоже предлагается один из методов отклонения приближающихся астероидов, который состоит в том, чтобы сажать на астероид ракету и включать ракетный двигатель в нужную сторону.

Это, конечно, может быть фантастические вещи. Потому что нужно оценивать количественные эффекты. Ну вот, как говорят, в ближайшее время предстоит два близких сближения с астероидом Апофис (99942). Одно — в 2029 году, другое — в 2036. Как говорят, существует вероятность того, что, проходя в 2029 году рядом с Землёй, Апофис попадёт в так называемую «гравитационную ловушку», после которой траектория астероида отклонится таким образом, что он может столкнуться с Землёй. Посмотрим-посмотрим... Возможный эффект будет заведомо больше, чем эффект от Тунгусского метеорита. Для того, чтобы вычислить более точную траекторию полёта астероида, на нём нужно будет установить передающее радиоустройство.

Помимо испускания реактивных струй ядра комет могут испытывать даже полный распад, то есть просто разваливаться на куски. Естественно, что тогда осколки ядра за счёт дополнительного импульса начинают лететь по траекториям, которые уже существенно отличаются от первичной, чисто «ньютоновской» траектории.

Следующий момент связан с эффектами общей теории относительности. В нашей Солнечной системе есть как бы такой проверочный

феномен (проверочное явление), по которому, собственно, общая теория относительности и проверялась. То есть было показано, что работают именно расчёты по теории Эйнштейна, в отличие от точных расчётов по теории Ньютона. Это так называемый эффект смещения перигелия орбиты Меркурия вокруг Солнца. Меркурий — это ближайшая к Солнцу планета. У его орбиты есть афелий и перигелий (то есть ближайшая к Солнцу точка). Благодаря тому, что Солнце, к нашему счастью, — не массивная звезда, а звезда средней массы, среднего класса, мы с вами и можем жить в его окрестностях. То есть эта масса относительно маленькая — скорее даже не средняя, а маленькая по масштабам звёздных масс. Но, тем не менее, масса оказывается достаточной для того, чтобы орбита Меркурия испытывала дополнительный эффект от искривления пространства — этот эффект считается в общей теории относительности. И за счёт этого происходит вековое смещение перигелия орбиты Меркурия дополнительным образом по отношению к тому, как это было бы при движении по теории Ньютона. Этот эффект, опять-таки, давно известен, наблюдается и чётко рассчитывается.

Если говорить об объектах большой массы, то там, конечно, общая теория относительности будет играть уже доминирующую роль. Там движение всех объектов нужно, конечно, считать уже по теории Эйнштейна, а не по теории Ньютона — просто потому, что там уже начинают действовать очень большие массы и искривление пространства становится определяющим. Естественно, что движение в окрестностях чёрных дыр (например, в активных ядрах галактик), конечно, считается уже не по теории Ньютона. Не потому, что она неправильная — хочу специально подчеркнуть, — а потому, что условия, в которых мы должны её применять, оказываются слишком экзотическими для того простейшего случая, который к теории Ньютона, собственно, и относится.

Задание 6

Когда иссякнет Солнце? (и почему оно сейчас светит?) Что будет светить после? Существует ли «вечный» свет?

Несколько слов о том, почему Солнце сейчас светит и как долго оно будет светить. Прежде всего сразу хочу заметить, что очень многие школьники, к сожалению, всё-таки путают два принципиально разных физических процесса. Во-первых, есть горение химических веществ, которое нам привычно — например, на Земле это горение костра, или газа на кухне и т. д. Это всё процессы химических реак-

ций, которые называются горением. Атомы любого вещества состоят из положительно заряженного ядра в центре, и отрицательно заряженных электронных оболочек вокруг. Нужно напомнить, что любая химическая реакция — это есть взаимодействие электронных оболочек атомов и молекул, обмен энергиями, и выделение энергии в процессе этих взаимодействий. Сами ядра химических элементов в ходе химических реакций не изменяются.

Солнце светит за счёт термоядерной реакции, которая тоже иногда не вполне точно называется «горением» водорода. Но это не химическая реакция горения водорода, а именно превращение ядер водорода в ядро гелия. У водорода ядро предельно простое — это просто один протон. И первичной реакцией, термоядерной реакцией, которая обеспечивает энергетику Солнца и других обыкновенных звёзд, является т. н. протон-протонная реакция, когда из двух протонов за счёт нескольких реакций слияния в конечном счёте образуется ядро гелия, которое содержит 2 протона и 2 нейтрона, или по-другому это называется альфа-частица.

За счёт такого термоядерного синтеза выделяется энергия (см. также рис. из вопроса № 1, стр. 152), которая разогревает недра звезды — в данном случае нашего Солнца. В центре Солнца температура плазмы достигает около 15 миллионов градусов. Эта выделяющаяся из центральной части Солнца энергия начинает затем переизлучаться, выходит во всё более и более внешние слои. На поверхности Солнца мы можем наблюдать раскалённую плазму с температурой около 6,5 тысяч градусов, которая, собственно, и светит нам как дневное светило. Здесь ещё раз напоминаю, что на Солнце никогда нельзя смотреть невооружённым глазом — иначе своё зрение Вы можете повредить, это довольно яркое свечение. Собственно, все, кто бывал на пляже, это знают.

Вопрос о том, когда иссякнет Солнце. По оценкам, которые следуют из построенной сейчас общей теории эволюции звёзд, наше Солнце образовалось совместно с нашей планетной системой из газо-пылевого облака примерно 4,5 миллиарда лет тому назад. Примерно тогда же в недрах Солнца начались термоядерные реакции и первоначальный газовый шар превратился в звезду. Произошёл граничный газовый переход — будем так называть — от просто сжимающегося под действием собственной гравитации газового шара к активно работающей и самосветящейся звезде.

Когда в ядре сжимающейся молодой звезды загорятся термоядерные реакции, она начинает светить уже собственным излучением,

а затем каждая звезда начинает жить своей жизнью, проходить свою эволюцию. Её судьба в первую очередь зависит от стартовой массы, которую звезда получила при рождении. Масса нашего Солнца, и эволюция, которая этой массе соответствует, состоит в том, что сейчас наше Солнце светит уже примерно 4,5 миллиарда лет и за это время оно полностью сформировалось. То есть всё, что должно было при образовании звезды сжаться, сжалось в тот размер, который мы сейчас наблюдаем, а внешние слои прежней газопылевой оболочки разошлись во внешнее пространство под давлением солнечного ветра (потока заряженных частиц) и излучения. В итоге Солнце сейчас живёт как такая вот самосогласованная энергетическая система, в которой производство энергии и её излучение примерно сбалансированы.

Отметим, что удельное (на единицу массы) энерговыделение Солнца составляет всего примерно $2 \cdot 10^{-4}$ Вт/кг, то есть примерно такое же, как у кучи преюющих опавших листьев, и намного меньше, чем в организме человека. (Средняя плотность Солнца при этом вполне «земная» — всего $1,4 \text{ г/см}^3$.) Правда, нужно иметь в виду, что Солнце — маленькая и слабая звезда, удельная мощность у гигантов намного выше.

Естественно, что запасы термоядерного топлива — водорода — в любой звезде не безграничны, и процесс переработки водорода в гелий будет идти с современным темпе и дальше до тех пор, пока химический состав Солнца не претерпит существенных изменений.

А вот существенные изменения химического состава Солнца у нас произойдут через интервал времени примерно ещё 5 миллиардов лет. Исходя из существующей теории эволюции звёзд, с той массой, которую имеет Солнце, у нас в запасе есть ещё примерно столько же времени, сколько Солнце уже просуществовало, на то, чтобы мы могли пользоваться им и дальше как достаточно удобным, спокойным и примерно равномерным источником света. Однако, за это время нам с вами надо будет к дальнейшей эволюции Солнца подготовиться.

Примерно через 5 миллиардов лет за счёт термоядерных реакций накопится уже достаточно много более тяжёлых элементов, внешние слои Солнца станут менее прозрачными, и Солнце начнёт переходить сначала в фазу красного гиганта. За счёт давления излучения изнутри оболочка Солнца начнёт потихонечку увеличиваться в размерах, и Солнце начнёт раздуваться. Процесс этот будет небыстрый, тоже займёт несколько сотен миллионов лет. Солнце постепенно превратится в красного гиганта — то есть у него будет более горячее гелиевое ядро и достаточно холодная внешняя оболочка. Температура,

характерная для красных гигантов, составляет примерно 3 тысячи градусов на поверхности, а размер этой оболочки может достигать примерно орбиты Марса. Естественно, что вся внутренняя часть планетной системы, включая нашу Землю, к сожалению, при этом исчезнет — окажется в составе внешней атмосферы красного Солнца. Как будут в это время развиваться события на внешних планетах-гигантах — это вопрос отдельный.

А потом у Солнца возможен вариант, когда произойдёт сброс этой оболочки, и останется только гелиевое ядро — так называемая звезда Вольфа-Райе. Это — чисто гелиевая звезда, которая светит за счёт накопленной тепловой энергии от ранее прошедших реакций.

Существуют объекты, которые могут светить наиболее долго, и даже дольше, чем нынешний возраст Вселенной, то есть имеют время жизни (или характерное время своего свечения) порядка 10 миллиардов лет и больше. Это, например, такие объекты, как маломассивные звёзды — так называемые коричневые карлики. Это звёзды, которые из-за своей малой массы эволюционируют очень медленно — медленно сжимаются под собственным гравитационным воздействием и термоядерные реакции в недрах которых имеют очень малую интенсивность. За счёт такой «вялой» эволюции они и живут очень долго.

Другой пример долгосветящихся объектов — это белые карлики — то, что остаётся от взрывов звёзд: это их бывшие компактные ядра. Они долго светят просто за счёт того, что они маленькие, поэтому общий объём излучаемой ими энергии очень мал, и они, соответственно, могут остывать долго. Вот они долго и остывают.

И третий тип объектов долгоживущих и долгосветящихся — это нейтронные звёзды. Такие остатки после взрыва сверхновых звёзд — ещё более плотные и компактные объекты. Размеры нейтронных звёзд могут составлять всего-навсего десятки километров. И естественно, что эти объекты тоже будут жить в таком состоянии достаточно долгое время.

И теперь — последний подвопрос — существует ли «вечный» свет? Для нашей Вселенной, наблюдаемой нами сейчас, более менее понятие «вечного света» можно применить, по видимому, только к одному физическому явлению — так называемому реликтовому излучению. На ранних стадиях развития Вселенной из первичного горячего состояния в тот момент, когда произошло отделение вещества от излучения, образовалось излучение, которое сейчас заполняет весь объём нашей Вселенной. Тогда, при его образовании, температура среды и излучения составляла около 10 тысяч градусов. При этой температуре произошла

первая комбинация, то есть соединение первых электронов с протонами и образование атомов нейтрального водорода.

А излучение, отделившись тем самым от вещества, смогло далее путешествовать по всей Вселенной уже независимо. За счёт того, что Вселенная с тех пор существенно расширилась и всё время продолжает расширяться, температура реликтового излучения всё время постепенно падет. И сейчас эта температура составляет 2,7 градусов Кельвина. Это очень длинноволновое радиоизлучение, которое, напомним, заполняет всю Вселенную, и которое является световым, электромагнитным откликом раннего этапа нашей Вселенной.

В общем-то, это излучение можно называть «вечным светом» в том смысле, что дальнейшая его судьба состоит в такой же эволюции: оно будет заполнять всю Вселенную, и по мере того, как Вселенная будет расширяться и дальше, температура этого излучения будет по-прежнему уменьшаться и уменьшаться. Но оно при этом никуда не денется. Мы его наблюдаем сейчас и сможем наблюдать неограниченное число лет и дальше — вопрос только в нашей технике.

Кроме названных выше, в природе могут существовать и такие источники длительного (и, может быть, неограниченного) по времени излучения, как гипотетические «белые дыры» и «кротовые норы», но о них — рассказ в следующий раз.

Задание 7

Во сколько раз длина тени Останкинской телебашни в Москве больше в полдень 22 декабря, чем в полдень 22 июня? Можно ли Останкинскую телебашню использовать в качестве гномона для солнечных часов? (Общая высота 540 метров, диаметр внизу башни 18 метров.)

По этой теме хотелось бы поделиться двумя впечатлениями.

Первый эффект состоит в том, что сейчас все желающие (в том числе школьники — участники Турнира) могут активно пользоваться Интернетом и другими информационными системами. Уже некоторое время появился такой инструмент, как электронные спутниковые карты (Яндекс-карты, Google-карты), на которых каждый желающий может прямо в компьютере найти, например, свой дом и посмотреть, как его дом выглядит сверху, со спутника. Точность снимков сейчас такова, что все здания видны по отдельности, поэтому каждый может свой дом легко найти. Также хочется посмотреть, как же выглядят о спутника другие красивые и наиболее интересные объекты. Не только те места, куда путешествуем, — горные вершины, моря, озёра и так далее, но

и такие выдающиеся инженерные сооружения, как, например, мосты или телебашни. Когда вернётесь домой — откройте Яндекс- или Google-карты, и посмотрите, как выглядит Останкинская башня из космоса. Очень чётко видна вся эта местность — территория Телецентра, сам технический центр, пруд и усадьба Останкино — всё прекрасно видно. И поперёк всех строений немножечко наискосок «ложится» чёткая тень башни. Направление тени зависит, естественно, от времени, когда делался конкретный спутниковый снимок. Это — само по себе очень забавное зрелище.

А второй эффект состоит в следующем. Сама Останкинская башня уникальный и особенный по форме объект — она очень высокая и очень тонкая, как игла. Собственно, в этом и состоит ее функциональное назначение (см. также http://www.tvtower.ru/56_HistoryMRC/). Поэтому, если в один прекрасный день посмотреть на Останкинскую башню с северной стороны с достаточного расстояния (например, из Останкинского парка), то шпиль башни может спроецироваться на диск Солнца. Тогда окажется, что видимый диаметр Солнца будет больше видимого диаметра тонкой верхней части башни. Понятно, что в этом случае в месте наблюдателя должна была быть тень, но тени нет.

В предложенном на Турнир вопросе содержится несколько подвопросов, и первый из них состоит в следующем. Любой тонкий объект, вертикально воткнутый в землю (т. е. гномон), должен бросать тень, которая должна лежать на поверхности Земли и поворачиваться в зависимости от видимого суточного движения Солнца (т. е. собственного вращения Земли). В этом состоит стандартное использование гномона (см. также задание № 2, стр. 160).

Спрашивается, будет ли это делать тень от Останкинской башни? Опять-таки на спутниковых снимках чётко видно, что, конечно же, это так. Почему бы и нет?

Следующий вопрос — а какой длины будет эта тень? Те, кто на этот вопрос отвечали, писали, что тень падает на север (раз в тексте вопроса речь идёт о полудне — Солнце находится над точкой Юга). Длина этой тени, естественно, будет зависеть от высоты Солнца над уровнем горизонта. День 22 июня — это летнее солнцестояние, когда солнце в северном полушарии поднимается выше всего, и его высота над горизонтом в Москве достигает 56° . А, соответственно, 22 декабря, в день зимнего солнцестояния, солнце самое низкое, его высота в этот день в полдень в Москве составляет всего 11° . Понятно, что от высокого Солнца будет короткая тень башни, а от низкого Солнца тень от башни должна быть существенно более длинная.

Какое же будет отношение длин этих теней? В образованном прямоугольном треугольнике, где вертикальный катет — это башня (высота её 540 м), а угол около основания известен (56° летом, 11° зимой), нужно определить длину горизонтального катета. Отношение длин этих катетов составляет: $\text{tg } 56^\circ / \text{tg } 11^\circ = 7,627\dots$, так что чисто формально зимняя тень башни должна была быть примерно в 8 раз длиннее, чем летняя.

Оказывается, что на самом деле это будет не так. Потому что в игру вступает второй фактор — любой объект бросает тень не бесконечной длины. Бесконечная тень может быть только тогда, когда источник света — точечный (и то, если пренебречь эффектами дифракции света). А Солнце — не точечный источник; его видимый угловой размер при наблюдении с поверхности Земли составляет около половины градуса. Поэтому тень от любого объекта (в том числе от башни), естественно, в пространстве будет представлять собой сходящийся конус с тем же самым углом в полградуса у своей вершины.

$$\text{tg } 0,5^\circ = 0,00872\dots \approx 1/100$$

Таким образом, находясь на Земле и будучи освещены Солнцем, любые объекты (и мы с Вами в том числе) не могут сделать свою тень длиннее, чем примерно в 100 раз от своего наименьшего поперечного размера, т. к. с этого расстояния Солнце будет иметь уже больший угловой размер, чем освещённое тело, и лучи от разных краёв Солнца будут обходить его с разных сторон.

Останкинская башня неоднородная по ширине, у неё есть бетонный ствол, потом «стакан» (где находится ресторан «Седьмое небо»), и потом верхняя тонкая антенная часть (см. рисунок на следующей странице, взятый из http://www.tvtower.ru/56_HistoryMRC/).

Так вот верхняя тонкая металлическая часть башни (она имеет толщину около 4 м) тени на земле вообще никогда не даёт, потому что её тень заканчивается ещё в воздухе раньше, чем успевает достичь поверхности земли. Тень бросает только само бетонное сооружение, высота которого 385 метров, и большой «стакан» диаметром около 20 метров с наблюдательной площадкой и рестораном.

И дальше опять-таки возникает очень интересная «игра теней», будем так говорить. Если солнце высокое, то соответственно тень короткая — она ложится нормально, всё красиво выглядит. Если же солнце начинает опускаться (переходит в состояние зимнего солнца), тень удлиняется, и дальше возникает эффект схождения правой и левой границ тени друг с другом (под углом $0,5^\circ$ — видимым угловым диаметром

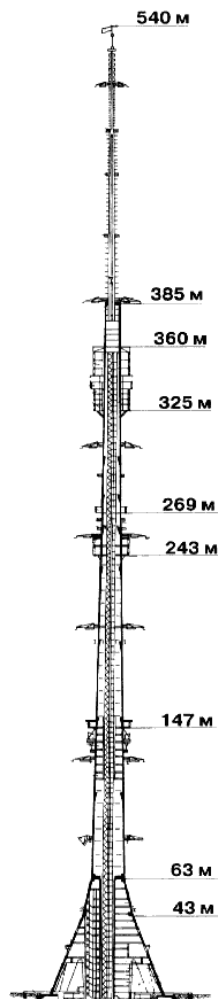
Солнца). Поэтому, как только тень начинает сильно удлиняться, она начинает просто «разваливаться» (точнее, «сливаться»): солнечные лучи с двух сторон начинают встречаться, и тень от башни на поверхности Земли «исчезает».

Если этот эффект учесть аккуратно, то будет понятно, что тень башни на самом деле не может увеличиться более чем в 3 раза. Как только солнце становится более низким, лучи солнца успевают «обойти» башню с противоположных сторон.

Отметим, что Останкинская башня, в том числе и её верхняя часть, кроме тени может создавать также «полутень», то есть частичное снижение освещённости участков земной поверхности. Область частичного затенения не имеет чётких границ и по форме соответствует башне, то есть в каком-то смысле похожа на тень. Такое затенение может хорошо наблюдаться на космических снимках, в том числе и использованных в качестве фона для онлайн-карт в интернете. Такую полутень нельзя назвать настоящей тенью, так как на поверхность Земли, занятую полутенью, падают прямые солнечные лучи. По этой же причине, непосредственно находясь в зоне полутени, заметить наличие этой полутени достаточно сложно.

Использовать Останкинскую башню как солнечные часы можно. Более того — это очень красиво. Но есть одна большая проблема — не очень понятно, откуда на эту тень можно было бы смотреть. В сущности, есть только два места, откуда хорошо можно увидеть тень Останкинской башни. Во-первых, со спутника (но на спутниках пока мало кто сидит), и, во-вторых, — со смотровой площадки самой башни.

Поэтому, как говорится, вы можете проверить, можете поверить, что тень есть, и она, соответственно, поворачивается вслед за Солнцем. При желании территорию вокруг башни можно было бы разметить под солнечные часы (например, с помощью зеркал). А вот чтобы на эти часы посмотреть — нужно будет вертолёт нанимать, потому что иначе их ниоткуда не увидишь.



Содержание химических элементов во Вселенной

Дополнение к заданиям № 1 и № 6

Содержания химических элементов во Вселенной в целом, в Солнечной системе и в недрах разных планет существенно отличаются.

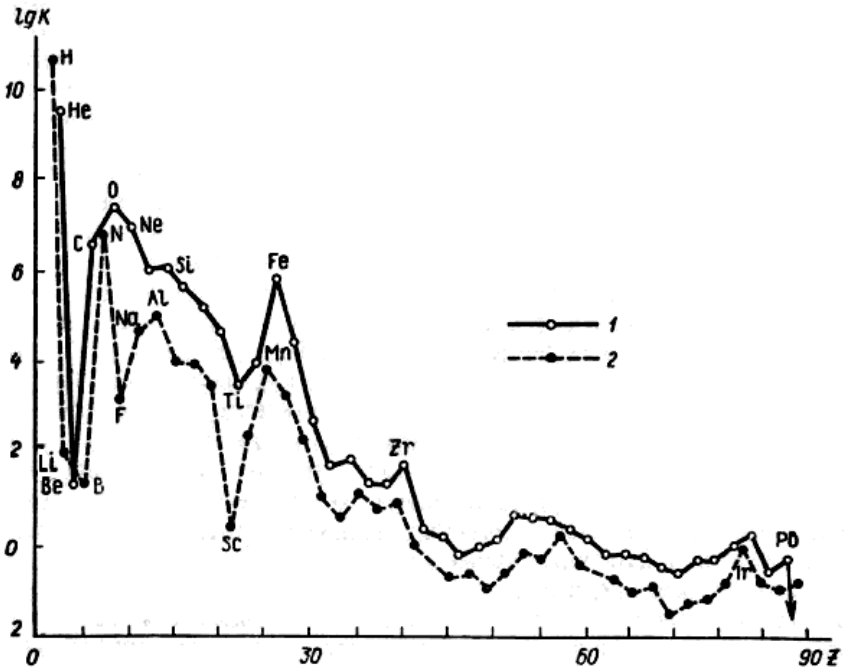
Вселенная состоит в основном из водорода (75%) и гелия (24%), атомы которых имеют наиболее простое строение и образовались ещё в ранней Вселенной, до образования звёзд. Преобладание в масштабах Вселенной водорода свидетельствует о том, что он — исходный элемент для ядерных процессов синтеза более тяжёлых элементов. Все остальные химические элементы в сумме составляют всего около 1%.

Космическая распространённость наиболее обильных элементов (по А. Камерону, 1982).

Элемент	Порядковый номер	Средняя масса, а. е. м.	Распространённость по числу атомов (нормировка $[\text{Si}] = 10^6$)	Концентрация по массе
H	1	1,0087	$2,66 \cdot 10^{10}$	0,774
He	2	4,0024	$1,8 \cdot 10^9$	0,208
C	6	12,01	$1,11 \cdot 10^7$	$3,8 \cdot 10^{-3}$
N	7	14,01	$2,31 \cdot 10^6$	$9,3 \cdot 10^{-4}$
O	8	16,00	$1,84 \cdot 10^7$	$8,5 \cdot 10^{-3}$
Ne	10	20,21	$2,6 \cdot 10^6$	$1,5 \cdot 10^{-3}$
Na	11	22,99	$6,0 \cdot 10^4$	$4,0 \cdot 10^{-5}$
Mg	12	24,31	$1,06 \cdot 10^6$	$7,4 \cdot 10^{-4}$
Al	13	26,98	$8,5 \cdot 10^4$	$6,6 \cdot 10^{-5}$
Si	14	28,09	$1,0 \cdot 10^6$	$8,1 \cdot 10^{-4}$
S	16	32,06	$5,0 \cdot 10^5$	$4,6 \cdot 10^{-4}$
Ar	18	36,28	$1,06 \cdot 10^5$	$1,1 \cdot 10^{-4}$
Ca	20	40,08	$6,25 \cdot 10^4$	$7,2 \cdot 10^{-5}$
Cr	24	51,97	$1,27 \cdot 10^4$	$1,9 \cdot 10^{-5}$
Mn	25	54,94	$9,3 \cdot 10^3$	$1,5 \cdot 10^{-5}$
Fe	26	55,85	$9,0 \cdot 10^5$	$1,4 \cdot 10^{-3}$
Ni	28	58,73	$4,78 \cdot 10^4$	$8,1 \cdot 10^{-5}$

(См. Физика космоса. Маленькая энциклопедия. Под ред. Р. А. Сюняева. М. 1986.; <http://www.astronet.ru/db/msg/1188613>)

В среднем распространённость элементов быстро падает с возрастанием атомной массы. Из последующих наиболее распространены углерод, азот, кислород, неон, натрий, магний, алюминий, кремний и железо, т. е. элементы, порядковый номер которых по таблице Д. И. Менделеева не превышает 27. При этом элементы с чётным массовым числом имеют обычно более высокую распространённость, поскольку ядра, состоящие из чётного числа протонов и чётного числа нейтронов, обладают более высокой устойчивостью.



Распространение химических элементов в Галактике уменьшается с увеличением порядкового номера элемента (по А. Полянскому). Элементы с чётным номером (1) распространены больше, чем элементы с нечётным номером (2). (Ферсман А. Е. Геохимия. Л., 1934, т. I, с. 156.; <http://himelem.ru/himz1-23.html>)¹⁴

¹⁴В качестве примера мы привели один из первых опубликованных графиков распространения химических элементов во Вселенной, в целом до сих пор не потерявший актуальности. Современные уточнённые данные по этому вопросу можно без труда найти в Интернете.

Наиболее распространённой термоядерной реакцией в звёздах является превращение водорода в гелий. Литий, бериллий и бор очень легко разрушаются при термоядерных реакциях, также превращаясь в гелий. Однако, синтез элементов не останавливается на образовании гелия. Этот элемент в следующих каскадах термоядерных реакций может образовать ядра углерода, кислорода, неона, которые далее в результате захвата ядер гелия преобразуются в ядра магния, кремния, серы, аргона и кальция. Распространённость элементов от С до Са, ядра которых могут быть составлены из целого числа ядер гелия (α -частиц), относительно высока. Реакции синтеза при «гелиевом горении» требуют очень высокой температуры и происходят только в наиболее массивных звёздах, в недрах звёзд-гигантов, а также при термоядерных взрывах звёзд.

При этом выделяется очень высокий максимум для Fe (почти в 100 раз по сравнению с соседними элементами). Образование более тяжёлых ядер, содержащих большое число нуклонов, может происходить при последовательном захвате нейтронов. Резкое уменьшение обилия элементов с ростом атомной массы объясняется ограниченной мощностью источников нейтронов.

В земных и лунных породах, а также в метеоритах водорода и гелия мало, оттуда они улетучились за время эволюции планетных тел. В доступной части Земли наиболее распространены элементы.

Элемент	Атомный номер	Содержание, % по массе
O	8	49,4
Si	14	25,8
Al	13	7,5
Fe	26	4,7
Ca	20	3,4
Na	11	2,6
K	19	2,4
Mg	12	1,9
Ti	22	0,6
Прочие элементы		0,8

(Большая советская энциклопедия, изд. 3; <http://slovari.yandex.ru/dict/bse/article/00093/07500.htm>)

При этом содержание элементов в земной коре отличается от содержания элементов во всей планете Земля, взятой как целое, поскольку химический состав коры, мантии и ядра Земли неодинаков. Так, ядро

состоит в основном из железа и никеля. Таким образом, обилие железа по мере эволюции небесных тел существенно возрастает.

Объекты	Относительное содержание железа по массе
Ранняя Вселенная	0,0
Современная Вселенная	0,0014
Земная кора	0,047
Земное ядро	0,8

Критерии оценок и награждения

Было предложено 7 заданий. Каждое задание оценивалось целым неотрицательным количеством баллов по примерным критериям, приведённым в конце раздела.

Следует отметить, что приведённые критерии являются достаточно примерными, и решение о выставлении окончательной оценки принималось жюри. При этом наиболее типичными были две ситуации.

1) Школьник перечисляет объекты, имеющие отношение к ответу на поставленный вопрос, но не даёт пояснений, позволяющих убедиться в том, что автор ответа верно понимает рассмотренную в задании ситуацию и текст своего ответа. В этом случае решение о выставлении баллов жюри приходилось принимать в существенной степени произвольно.

2) Школьник хорошо разбирается в поставленном вопросе и даёт грамотный подробный ответ. При этом он, естественно, получает большое количество баллов. Но сколько именно баллов следует выставить — определить не очень просто, учитывая большое количество перекрёстных логических связей между различными элементами ответа. К тому же в этой ситуации подсчитанное в точном соответствии с формальными критериями количество баллов не отражает реальных успехов школьника в выполнении задания.

В связи с этим жюри была разработана система награждения, по возможности устраняющая названные проблемы.

При награждении учитывалась сумма баллов по всем заданиям, количество засчитанных заданий, а также класс, в котором учится участник.

Каждое задание считалось выполненными успешно (засчитывалось), если за него поставлено 5 или больше баллов.

Оценки «v» (грамота за успешное выступление на конкурсе по астрономии и наукам о Земле) и «e» (балл многоборья) ставились в

соответствии с таблицей (нужно было или набрать сумму баллов не меньше указанной в таблице, или количество засчитанных заданий не меньше указанного в таблице).

При оценивании в баллах каждого задания использовались следующие примерные критерии. (Разумеется, правильные ответы могли быть построены любым выбранным автором разумным способом, не обязательно точно совпадающим с приведённым, также оценивались все приведённые в ответах примеры, в том числе и непосредственно не указанные в критериях.)

Класс	«е» (многоборье)		«v» (грамота)	
	сумма баллов	количество заданий	сумма баллов	количество заданий
≤5	3	—	5	1
6	5	—	9	1
7	7	—	11	1
8	8	—	14	1
9	8	1	15	2
10	9	1	16	2
11	9	1	18	2

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

Инструкция для проверяющих по оцениванию выполненных заданий в баллах

За хороший, логичный, разумный (с учётом возраста школьника) ответ ставится **5 баллов**.

Дальше нужно посмотреть критерии — если по ним получается больше баллов, то поставить больше.

Если ответ неразумный — также смотреть критерии и поставить столько баллов, сколько получается. (Обычно это будет немного или просто 0. Но иногда может получиться даже больше 5 — эти баллы, таким образом, школьник получит за начитанность и эрудицию.)

Разбалловку следует рассматривать исключительно как примерную и применять **творчески**. В частности, если в работе школьника есть разумная мысль, явно в разбалловке не указанная — эту мысль нужно оценить аналогично имеющимся критериям.

Если в работе имеется содержательное утверждение, в котором вы сомневаетесь — по возможности просьба проверить его в интернете.

1.

Указана гравитация как причина концентрации вещества в небесные тела.	2
Стратификация слоёв вещества по плотности под действием силы тяжести.	3
Различные фазовые состояния вещества (плазма—газ—жидкость—вязкий расплав—твёрдое) в зависимости от температуры и давления данного слоя.	5
Условие гидростатического равновесия слоёв (кроме внешней твёрдой коры и ячеек конвекции).	3
Возможность тепловой конвекции вещества для жидких и вязких слоёв.	3
Железо (и никель) — наиболее обильные (Fe 34,6%) и плотные составляющие планет, как конечные элементы нуклеосинтеза в обычных звёздах.	2

Информацию о составе внутренностей Земли, планет и звёзд, очевидно, нельзя получить непосредственно. Поэтому любой «правильный» ответ на такой вопрос в любом случае будет предположительным и должен содержать аргументацию: какие есть основания полагать, что дело обстоит именно так — какие именно методы исследований и/или наблюдения легли в основу такой аргументации.

Из чего состоит ядро Земли?

За время существования Земли, как планетного тела, около 4,6 млрд лет, произошел нагрев ее вещества, его расплавление, разделение по составу и концентрация наиболее плотных составляющих в центре.	2
Основной метод исследования внутренних слоёв Земли — зондирование сейсмическими волнами и анализ градиентов скоростей продольных и поперечных S-волн.	2
Дополнительно — моделирование движения полюсов, приливов и прецессии тела Земли.	1
Внутреннее кристаллическое ядро (глубина от 6371 до 5120 км) состоит в основном из железа и никеля, плотность 13 г/см^3 , давление $3,5 \cdot 10^6 \text{ атм}$, температура $\approx 6400 \text{ К}$.	3

Внешнее жидкое ядро (глубина от 4980 до 2900 км) — плотность $\approx 10 \text{ г/см}^3$, давление $\approx 2 \cdot 10^6$ атм, температура $\approx 5000 \text{ К}$. Снижение скорости объёмных волн и высокая электропроводность.	2
--	---

Что находится в центре других планет?

Метод исследования — модельные построения, для Луны — частично сейсмография (на спускаемых аппаратах), гравиметрия коры и собственные движения.	1
Резкое отличие химического состава планет земной группы от солнечного — преобладание Fe, O, Si, Mg. В коре — окислы SiO_2 , Al_2O_3 . Почти полное отсутствие летучих соединений.	2
Жидкое ядро у Венеры и Меркурия.	1
Уменьшение относительной доли ядра (металлических элементов) от Меркурия к Марсу и Луне.	1
Планеты-гиганты (Юпитер) — солнечный состав внешних слоёв (H, He), с глубиной переход водорода в жидкую и металлическую (с 25000 км) фазу. В центре — каменное ядро размерами с Землю, глубже возможно также металлическое ядро. Температура в центре до 30000 К.	2

А что в центре звёзд?

Гидростатическое равновесие звезды (сила тяжести — давление газа).	2
Тепловое равновесие звезды (выделение энергии — перенос энергии вовне).	2
Рост давления и температуры к центру звезды.	1
Солнце — в центре (696000 км) $T_{\text{ц}} = 15,5$ млн. К, давление $3 \cdot 10^{11}$ атм., плотность 160 г/см^3 .	1
Звёзды главной последовательности — гомогенные (однородные по химическому составу, зоны конвекции) от M0 (0,5 масс Солнца, $T_{\text{ц}} = 8$ млн. К, pp -реакция горения водорода) до B0 (20 масс Солнца, $T_{\text{ц}} = 34$ млн. К, C-цикл горения водорода).	2
Красный гигант — «гелиевое ядро» без ядерных реакций (1,3 масс Солнца, $T_{\text{ц}} = 40$ млн. К, давление $3 \cdot 10^{15}$ атм., плотность $3,5 \cdot 10^5 \text{ г/см}^3$).	2

Белый карлик — состояние вырожденного газа (0,9 масс Солнца, радиус 10000 км, $T_{\text{ц}} = 8$ млн. К, давление 10^{18} атм., плотность $3 \cdot 10^7$ г/см ³).	2
Нейтронная звезда — вспышка сверхновой — нейтронная жидкость + твёрдая кора Fe (1,4–2,7 масс Солнца, радиус 10–18 км, $T_{\text{ц}} = 8$ млн. К, давление 10^{26} атм., плотность 10^{15} г/см ³).	2

У каких звёзд могут быть железные ядра?

Сжатие гелиевого ядра красного гиганта — гелиевые реакции синтеза тяжёлых элементов C, O, Ne, Mg, ... — до Fe.	2
Конвективное перемешивание слоёв выносит на поверхность звезды продукты ядерных реакций из выгоревшего ядра.	1
Металлические звезды (класс Am).	1
Вспышки гелиевого слоевого источника — продукты медленного захвата нейтронов ядрами — Ba, Pm, Zn.	1

2. Какие небесные объекты можно использовать в качестве эталонных часов? Какие нельзя и почему?

Солнце	
Световой день — основа биосферы Земли и человеческой активности (утро—день—вечер) = низкая точность до 1–2 часов.	1
Солнечные часы (разделение дня на доли) — гномон, обелиск, Древний Египет, ок. 3500 до н. э. = неравномерность светового дня, точность до 0,5 часа, только днём при ясной погоде.	1
Равномерное течение времени — водяные часы (клепидра), Карнак, ок. 1500 до н. э., точность до 0,2 часа на 10–12 часов хода, перезапуск системы при заходе солнца.	1
Механические колебательные системы — билиянец, ок. 1200 г., точность 0,5 часа на сутки, контроль и перезапуск системы при восходе солнца.	1
Маятник Галилея (1583), часы Гюйгенса (1658), затем механические часы 17–18 вв. — точность от 1 мин до 10 с за сутки, проверка по истинному полудню.	1
Девиз парижских часовщиков: «Солнце показывает время обманчиво» — определение уравнения времени, поправки к истинному солнцу до 16 мин. «Tempora mutantur».	1

Луна	
В лунном календаре — Начало нового месяца (неомения) — появление молодого месяца после новолуния. То есть начало месяца приходится на тот день, когда серп молодой Луны, после новолуния, становится видимым с заходом Солнца. В настоящий момент существуют два мнения по вопросу определения начала месяца: некоторые мусульмане учитывают местную видимость Луны, в то время как другие полагаются на свидетельства авторитетных людей в мусульманском мире. Ислам допускает обе возможности, но это приводит к различию времени начала месяцев. http://www.calend.ru/holidays/islam/	1
Луна Fallax («Луна-обманщица») — ежедневное изменение времени восхода и захода.	1
Использование таблиц координат Солнца и Луны для поправок морских хронометров.	2
Видимые звёзды	
«Звёздные часы» Древнего Египта — ок. 1500 до н. э. = точность до 0,2 часа, только ночью.	1
«Первая звезда» — начало новых суток и месяца = неравномерность длительности суток, только при ясной погоде.	1
Звёздное время — Оле Ремер, ок. 1690, изобретение полуденной трубы и меридианного круга, точность до 1 мин.	2
18 и 19 век: последующее повышение точности звёздного времени до 0,1 с.	1
Неравномерности вращения физического тела Земли: вековое замедление из-за приливного трения (0,002 с/столетие); годовые (сезонные) изменения (до 0,0025 с) нерегулярные скачкообразные изменения длины суток (до 0,004 с)	3
Равномерное эфемеридное (ньюкомовское) время (Ньюком, 1900) на основе тропического года и поправок теории движения Луны.	1
Солнечная система	
1675 – 17 век: затмения спутников Юпитера как вспомогательный метод для определения времени на море = условия видимости, редкость событий.	1

Барицентрическое время — время в «центре масс» Солнечной системы, на основе ОТО и атомного стандарта частоты.	2
Пульсары	
Построение сводной шкалы времени по пульсарам.	2

3. Почему звёзды не падают друг на друга?

Собственные движения звёзд в пространстве.	1
Отношение размера звёзд и расстояния между ними: Солнце — Проксима Центавра: 700 тыс. км / 1,3 пк = $2 \cdot 10^{-8}$, вероятность столкновения 10^{-23} .	2

Могут ли они сталкиваться?

Тесные сближения звёзд в скоплениях: в центре скопления Омега Центавра звёзды расположены в 10000 раз плотнее, чем в окрестностях Солнца; см. http://www.astronet.ru/db/msg/1171158	1
Прямого столкновения обычных звёзд астрономы пока ещё ни разу не наблюдали.	1
Образование массивных голубых звёзд (NGC 6397) в результате постепенного слияния двух и более звёзд.	1
Вероятные столкновения и слияния звёзд в активных ядрах галактик.	1
Гамма-вспышки — вероятные столкновения двух нейтронных звёзд или нейтронной звезды и чёрной дыры.	1

Может ли наше Солнце «упасть» в центр Галактики?

Движение Солнца по орбите вокруг центра Галактики: скорость 220 км/с, период ок. 220 млн. лет.	2
Поглощение звёзд и вещества сверхмассивными чёрными дырами в центре галактик.	1

Как будут выглядеть наши созвездия через галактический год?

Собственные движения звёзд: звезда Барнарда ($10,27''/\text{год}$), около 500 звёзд более $1''/\text{год}$.	1
Существенное изменение видимых конфигураций созвездий за 100000 лет.	1
Галактический год (ок. 200 млн. лет) — полная смена звёздного населения вокруг Солнца и видимых созвездий.	2

4. Какие Вы знаете открытые, потом забытые и вновь «переоткрытые» открытия (в области астрономии и наук о Земле)?

За одно разумно описанное открытие ставится **3 балла**, за 2 открытия — **5 баллов**, за каждое последующее — **по 1 баллу**.

Список некоторых открытий и переоткрытий.

Продолжительность года $365 + \frac{1}{4}$ суток	
≈ −2000	Египет
−370	Евдокс, Древняя Греция
−238	Эвергет
−46	календарь Юлия Цезаря, Рим
78	Джан Хен, Китай
325	Никейский собор, восстановление юлианского календаря
Продолжительность года 365,2425 суток	
−330	Калипп
−125	Гиппарх
1079	Омар Хайям
1281	Китай
1401	Николай Кузанский
1582	Григорий 13
Прецессия	
−120	Гиппарх
330	Юй Си
858	аль Баттани
903	ас Суфи
1270	Зидж Эльхан
1437	Улугбек

Южный полюс мира открыт с момента пересечения экватора	
–600	мореходы фараона Нехо
1484	Бартоломеу Диаш
Собственные движения звёзд	
683	И Синь
1718	Галлей
Приливы (связь с Луной)	
–85	Посидоний
660	Ширакаци
1799	Лаплас — теория
Наклон эклиптики	
–1109	Чу Конг
–547	Фалес
–550	Анаксимандр
–320	Питеас
–230	Эратосфен
78	Чжан Хэ
150	Птолемей
858	аль Баттани
1031	Бируни
1437	Улугбек
Движение (вращение) Земли	
–350	Гераклид
–270	Аристарх
476	Ариабхата
1401	Кузанский
1543	Коперник
1602	Тихо Браге — отрицал!
1616	Павел 5 — церковный запрет
1632	трибунал Галилея
1725	Брадлей
1804	Бенцинберг
1851	Фуко
1857	Бэр
Множественность миров	
–550	Анаксимандр

–540	Пифагор
120	Чжан Хэн
1401	Кузанский
1584	Бруно
1992	открыта первая экзопланета (вне Солнечной системы)
2008	первое прямое визуальное наблюдение экзопланет

Периодичность комет

–12	приход кометы Галлея
1531	приход кометы Галлея (ещё раз)
1665	Борелли
1705	Галлей

Вариации Луны

940	Абу- л Вафа
1597	Тихо Браге

Эксцентриситет орбиты Земли

	Птолемей
1031	Шень Ко

Сверхновые звёзды

28.07.1054	Китай, Мессье 1, Крабовидная туманность
1572	Тихо, Кассиопея А
1604	Кеплер

Переменные звёзды

др. греки	Алголь (глаз Медузы Горгоны)
др. арабы	Алголь («глаз дьявола»)
1669	Алголь, Монтанари
1596	Мира Кита, Фабрициус
1639	Мира Кита, Гольвард

Пятна на Солнце

1365	Никоновская летопись
1611	Фабрициус, Шейнер
1610	Галилей

Падение метеоритов

1492	Франция 127 кг
------	----------------

1794	Паллас, Хладни
1803	каменный дождь
Планета Нептун	
1612	Галилей (наблюдение в поле зрения)
1846	Леверье

5. Знаете ли Вы случаи, когда небесные тела движутся не так, как следует по закону тяготения Ньютона? Какие силы за это ответственны?

Видимые эффекты в движении — запаздывание спутников Юпитера.	1
Триумф ньютоновской механики — возврат кометы Галлея.	2
Приливные силы.	1
Возмущающее действие других тел.	1
Соппротивление среды (атмосферы).	1
Давление света или солнечного ветра («парус»).	1
Сброс оболочек, взрывы.	1
Эффекты общей теории относительности (ОТО).	2
Реактивные эффекты (ядра комет, струи, развал, активное воздействие).	2
Сверхсветовые разлёты джетов в активных ядрах галактик.	1
Скрытая масса — тёмная материя.	1

6. Когда иссякнет Солнце? (и почему оно сейчас светит?) Что будет светить после? Существует ли «вечный» свет?

Термоядерные реакции — протон-протонный цикл.	1
Удельное энерговыделение.	1
Эволюционные треки нормальных звёзд.	1
Будущее Солнца как красного гиганта.	1
Наиболее долгоживущие (10^{10} лет) объекты: коричневые и красные карлики, белые карлики, нейтронные звёзды.	2
Редкие вспышки — поглощение одиночных объектов чёрными дырами.	1

Реликтовое излучение.	2
Белые дыры, кротовые норы — как источники света.	1

7. Во сколько раз длина тени Останкинской телебашни в Москве больше в полдень 22 декабря, чем в полдень 22 июня? Можно ли Останкинскую телебашню использовать в качестве гномона для солнечных часов? (Общая высота 540 метров, диаметр внизу башни 18 метров.)

Полуденная тень — гномон.	1
Изменение высоты солнца в дни солнцестояний.	1
Углы падения лучей для широты Москвы — длины теней.	1
Ограничение длины тени из-за видимого углового размера солнца 1/100	2
Сложный профиль Останкинской башни — неполная тень (без мачты) например, http://maps.yandex.ru/moscow_sputnik длина тени = 502 м; А также http://www.ibusiness.ru/news/188906/page17.html (Кадр дня: «Сам себе космонавт»).	1
Как «солнечные часы» — размещение наблюдателя на верху башни (смотровая площадка) или со спутника, иначе — не видно.	1
Разная длина тени для разных форм источника света (при затмениях солнца).	1

Статистика

Приводим статистику решаемости задач конкурса по астрономии и наукам о Земле школьниками, участвовавшими в Турнире в Москве и Московском регионе.

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

Сведения о количестве школьников по классам, получивших гра-

моту по астрономии и наукам о Земле («v»), получивших баллы многоборья («e»), а также общем количестве участников конкурса по астрономии и наукам о Земле (количестве сданных работ).

Класс	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	Всего
Всего	0	1	4	25	139	398	673	753	731	492	392	3608
«e»	0	0	0	9	39	96	97	122	149	106	87	705
«v»	0	0	1	9	36	27	51	37	38	24	23	246

Сведения о распределении суммы баллов по классам.

Сумма баллов	Классы											Всего				
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11					
0	0	1	1	0	14	42	60	41	42	16	10	227				
1			1	5	20	63	72	78	74	44	25	382				
2			1	2	30	82	94	93	88	43	41	474				
3	e	e	e	0	e	6	e	28	44	92	106	102	39	43	460	
4			0	3	11	44	85	74	64	52	40	373				
5	v	v	v	1	v	3	v	12	e	42	70	86	72	60	44	390
6				3	7	23	53	57	60	37	26	266				
7				1	2	22	e	43	59	44	46	30	247			
8				1	5	11	29	e	40	e	39	30	26	181		
9				1	3	v	7	18	27	37	e	24	e	19	136	
10					2	7	16	26	22	17	15	105				
11					0	0	v	12	25	16	13	18	84			
12					1	6	5	13	14	15	13	67				
13					0	2	8	8	9	14	6	47				
14					1	0	3	v	2	11	12	5	34			
15					1	1	4	4	v	6	10	5	31			
16					0	1	1	2	6	v	4	2	16			
17					1	0	1	4	4	3	7	20				
18					0	1	2	1	5	0	v	7	16			
19					0		2	0	7	3	3	15				
20					0		1	0	1	1	1	4				
21					1		1	1	0	4	0	7				
22							0	2	3	2	2	9				
23							0	1	0	0	2	3				
24							0	0	0	0	0	0				
25							0	0	0	1	0	1				
> 25							1	3	5	2	2	13				

Знаками «е» и «v» в таблице показаны границы соответствующих критериев награждения (для критериев по сумме баллов, см. таблицу на стр. 190).

Сведения о распределении баллов по заданиям.

Баллы	Номера заданий						
	1	2	3	4	5	6	7
–	919	1136	1431	2206	2625	1264	2511
0	599	170	776	318	564	506	430
1	781	957	696	539	268	794	470
2	678	976	408	329	105	538	153
3	351	277	183	139	26	329	23
4	153	67	71	50	11	116	8
5	63	13	25	13	4	36	6
6	35	9	10	10	3	10	6
7	11	0	2	1	0	5	0
8	10	3	5	3	2	6	1
9	3	0	0	0	0	1	0
10	3	0	1	0	0	2	0
> 10	2	0	0	0	0	1	0
Всего	5468	5468	5468	5468	5468	5468	5468

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

Количество заданий	Классы											Всего
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	
0 заданий	0	1	4	23	134	389	649	721	683	440	353	3397
1 задание	0	0	0	2	5	6	20	25	31	38	25	152
2 задания	0	0	0	0	0	2	3	3	13	10	8	39
3 задания	0	0	0	0	0	1	0	3	2	2	4	12
4 задания	0	0	0	0	0	0	0	1	2	2	0	5
5 заданий	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6 заданий	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	2
7 заданий	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1

Оглавление

Предисловие	3
Конкурс по математике	19
Задания	19
Решения к заданиям конкурса по математике	20
Критерии проверки и награждения	29
Статистика	30
Конкурс по математическим играм	32
Условия игр	32
Решения математических игр, критерии проверки	34
Критерии награждения	39
Устный конкурс. Рекомендации	39
Статистика	40
Конкурс по физике	43
Задания	43
Ответы и решения к заданиям конкурса по физике	45
Критерии проверки и награждения	55
Статистика	56
Конкурс по химии	58
Задания	58
Решения задач конкурса по химии	60
Критерии оценок и награждения	69
Статистика	71
Конкурс по биологии	74
Задания	74
Ответы на вопросы конкурса по биологии	75
Критерии проверки и награждения.	85
Статистика	86
Конкурс по лингвистике	89
Задачи	89
Решения задач конкурса по лингвистике	90
Критерии проверки и награждения	93
Статистика	95

Конкурс по литературе	97
Задания	97
Ответы и комментарии к заданиям конкурса по литературе	100
Задание 1.	100
Задание 2.	107
Задание 3.	113
Задание 4.	121
Критерии проверки и награждения	123
Статистика	124
Конкурс по истории	125
Вопросы и задания	125
Ответы, решения и комментарии к заданиям конкурса по истории	129
Мономах (текст с ошибками)	133
Гуситы (текст с ошибками)	137
Обзор результатов	140
Критерии проверки и награждения	145
Статистика	146
Конкурс по астрономии и наукам о Земле	147
Вопросы	147
Комментарии к заданиям конкурса по астрономии и наукам о Земле	147
Задание 1	148
Задание 2	159
Задание 3	168
Задание 4	172
Задание 5	172
Задание 6	178
Задание 7	182
Содержание химических элементов во Вселенной	186
Критерии оценок и награждения	189
Инструкция для проверяющих по оцениванию выполненных заданий в баллах	190
Статистика	200

31-й Турнир им. М. В. Ломоносова 28 сентября 2008 года.
Задания. Решения. Комментарии.

Ответственный за выпуск А. К. Кулыгин

Автор иллюстрации на обложке Т. А. Карпова. Рисунок составлен по мотивам заданий по физике (№ 8), химии (№ 7).

Иллюстрации в тексте: Д. Е. Щербаков, А. К. Кулыгин

Корректоры: А. К. Кулыгин, О. А. Васильева, Д. Е. Щербаков

Лицензия ИД № 01335 от 24.03.2000 г. Подп. к печати 28.01.2009.

Формат 60×90 ¹/₁₆. Печать офсетная. Объем 13 печ. л.

Заказ . Тираж 10000 экз.

Издательство Московского центра непрерывного математического образования.

119002, Москва, Большой Власьевский переулок, дом 11.

Тел. (499)241-05-00, (499)241-12-37, (499)241-72-85.

Отпечатано с готовых диапозитивов в ППП «Типография „Наука“».

119099, Москва, Шубинский пер., 6.

ISBN 978-5-94057-469-9



9 785940 574699 >

XXXI Турнир

имени М. В. Ломоносова



28 сентября 2008 года

Задания. Решения. Комментарии