

32-й Турнир им. М. В. Ломоносова 27 сентября 2009 года.
Задания. Решения. Комментарии / Сост. А. К. Кулыгин. — М.:
МЦНМО, 2011. — 223 с.: ил.

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

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

ББК 74.200.58

Тексты заданий, решений, комментариев составили и подготовили: П. М. Аркадьев (лингвистика), А. Г. Банникова (математические игры), С. Д. Варламов (физика), Г. А. Гальперин (математика), С. А. Дориченко (математика), Т. В. Караваева (математика), В. А. Клепцын (математика), В. А. Корнеева (биология), К. Н. Куличенкова (биология), А. К. Кулыгин (физика, астрономия и науки о Земле), Е. Л. Кушнир (лингвистика), С. В. Луцкина (химия), Н. М. Маркина (биология), Г. А. Мерзон (математика), Е. Г. Петраш (биология), А. Ч. Пиперски (лингвистика), И. В. Раскина (математические игры), А. М. Романов (астрономия и науки о Земле), З. П. Свитанько (химия), Ал-др. Н. Семёнов (биология), Андр. Н. Семёнов (биология), С. Г. Смирнов (история), А. Н. Ступникова (биология), Б. Р. Френкин (математика), А. В. Хачатурян (математические игры), И. К. Чернышева (литература), Н. А. Шапиро (литература), А. В. Шаповалов (математика), Н. Е. Шатовская (астрономия и науки о Земле), К. Н. Шатохина (биология), А. Б. Шлуинский (лингвистика), И. В. Яценко (математика).

*Турнир проведён при поддержке Департамента
образования города Москвы (программа «Одарённые дети»),
Фонда некоммерческих программ «Династия»,
НП «Социальное партнёрство развития Брянской области»,
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.mcme.ru/olympiads/turlom/> (www-сервер МЦНМО).

XXXII Турнир имени М. В. Ломоносова

27 сентября 2009 года

Задания. Решения. Комментарии

Москва

Издательство МЦНМО

2011

Предисловие

Ломоносовский турнир — ежегодный турнир по разным предметам для всех желающих школьников. Традиционно он проводится в последнее воскресенье перед первой субботой октября. XXXII турнир состоялся 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).

Всего в Турнире приняли участие 34124 учащихся (в том числе¹ 34109 учащихся 1–11 классов), из них 6461 были награждены Грамотами за успешное выступление:

Класс	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	Всего
Участников	1	15	16	48	659	2973	4368	5793	6286	6014	7936	34109
Грамот	0	1	3	18	186	487	1271	936	1269	954	1336	6461

Всего рабочие группы по предметам проверили 87695 работ участников.

Традиционно среди участников не определяются лучшие (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 (или по нескольким предметам — тогда все эти предметы перечисляются в грамоте).

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.

Приказом Министерства образования и науки Российской Федерации «Об утверждении Перечня олимпиад школьников на 2009–2010 учебный год» от 21.12.2009 г. № 777 (зарегистрирован в Министерстве Юстиции РФ 18.01.2010, рег. № 16000) Турнир имени М. В. Ломоносова был включён Перечень олимпиад 2009/2010 года (поряд-

¹Также участвовали учащиеся младших курсов профессиональных колледжей, музыкальных и медицинских училищ и т. п. (что соответствует 10–11 классам) и дети, обучающиеся не в школе.

ковый номер 47) как олимпиада по комплексу предметов «математика, физика, химия, история, биология, лингвистика, астрономия и науки о Земле, литература» с соответствующими общеобразовательными предметами математика, физика, биология, история.

В соответствии с общим порядком проведения олимпиад школьников, входящих в Перечень, оргкомитетом Турнира имени М. В. Ломоносова было принято решение о награждении Дипломами 1, 2 и 3 степени участников 11 класса. Всего было присуждено 12 дипломов 1 степени, 131 диплом 2 степени и 280 дипломов 3 степени. Дипломы присуждались по тем же результатам проверки работ, что и грамоты, но по более жёстким критериям. Обладателям дипломов предоставлялись льготы при поступлении в вузы в соответствии с действующим законодательством².

Результаты традиционного для Ломоносовского турнира конкурса по математическим играм при поступлении в вузы не учитываются. Математические игры были специально придуманы и проводятся для школьников средних классов (хотя, конечно же, старшеклассникам участвовать в этом конкурсе не запрещается). Ещё одна традиция — задания по математическим играм можно сдавать не только письменно, но и устно (там, где это получилось у организаторов турнира).

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)

Все материалы Турнира имени М. В. Ломоносова (выданные школьникам задания, материалы про олимпиады и кружки, результаты участников, статистические данные критерии награждения грамотами и присуждения дипломов, Положение о Турнире) занимают достаточно большой объём. Не все они помещаются в бумажный отчёт. С любыми из этих материалов можно ознакомиться на www-сайте турнира <http://www.turlom.info> (публикация всех материалов, прозрачность при подведении итогов — один из основных принципов работы организаторов Турнира). Там же опубликована и электронная версия сборника заданий, предисловие к которому вы сейчас читаете.

²Всем школьникам 10 класса и младше, награждённым грамотами, формально были присуждены дипломы 3 степени, их результаты никак не делились по качеству. В соответствии с действующим законодательством эти дипломы не являются основанием для льгот при поступлении в вузы РФ.

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** предлагалась задача «Даны две картофелины произвольной формы и размера. Докажите, что по поверхности каждой из них можно проложить по проволочке так, что получатся два изогнутых колечка (не обязательно плоских), одинаковых по форме и размеру.» Это результат может показаться неожиданным и даже удивительным.

В задании по **математическим играм** «Красим треугольник» рассматривается шахматная раскраска, которая оказывается полезной при решении многих математических задач, в том числе и этой. А для решения этой задачи приходится красить в шахматном порядке не привычные квадратные клеточки, а треугольные.

На конкурсе по **физике** предлагалась задача (№ 8) про необычные свойства водорода. Оказывается, если из обычного газообразного водорода сделать жидкий — получившийся жидкий водород за несколько дней почти полностью испарится «сам по себе», даже не получая тепла от окружающей среды.

2009 год провозглашён Международным годом астрономии на 62-й сессии Генеральной Ассамблеи ООН по инициативе Международного астрономического союза и ЮНЕСКО. Год приурочен к 400-летию юбилею начала использования телескопа для астрономических наблюдений — одного из принципиальных достижений в истории науки и человечества. Этому достижению и последовавшим за ним научным и историческим событиям посвящены задания конкурсов по **астрономии и наукам о Земле** и по **истории**.

«Международный год астрономии 2009 даёт всем странам возможность принять участие в происходящей сейчас захватывающей научно-технической революции» — Президент Международного астрономического союза Катрин Цесарски. Цель Ломоносовского Турнира — дать участникам материал для размышлений и подтолкнуть интересующихся к серьёзным занятиям. Без хорошего образования (в том числе школьного) и серьёзного отношения к нему быстрое развитие науки и техники невозможно.

Из глубины веков до нас дошли легенды об удивительных существах — драконах. Они выдыхали огонь, сражались с рыцарями, опу-

стошали деревни, охраняли клады. «Сказка — ложь», но такое количество легенд не могло возникнуть на пустом месте. В одном из заданий конкурса по биологии обсуждается «происхождение» драконов (точнее, легенд о них), их реальные биологические прототипы. Анализируются биологические особенности жизни этих сказочных существ по их изображениям (традиционным для разных стран и народов). Увы, как оказывается, драконы (по крайней мере те, чьи изображения приведены в задании) могут жить только в сказках и легендах, для существования в реальной экологической среде они приспособлены очень плохо.

Задания конкурса по **лингвистике** также посвящены языкам разных разных стран и народов. В этом году это язык сусу́ (Западная Африка), польский язык и санскрит (литературный язык Древней Индии). Санскрит — язык древний. Оказывается, анализируя слова этого языка, мы можем узнать о том, что было ещё раньше. В задании № 3 рассматривается звук, который уже был утрачен в санскрите, но предположительно существовал в праиндоевропейском языке и восстанавливается по представленному в задании языковому (глагольным формам языка санскрит).

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 соответствии с Положением (п. 1.5) Турнир имени М. В. Ломоносова проводится ежегодно Московским центром непрерывного математического образования, Московским государственным университетом имени М. В. Ломоносова, Московским институтом открытого образования Департамента образования города Москвы, Российской Академией наук, Московским авиационным институтом (государственным техническим университетом), Московским государственным технологическим

университетом «СТАНКИН», другими образовательными учреждениями, научными и образовательными организациями.

На странице сайта Турнира имени М. В. Ломоносова по адресу <http://registration.turlom.info> с 20 июня по 15 сентября 2009 года проводился приём заявок (в электронной форме) от всех желающих организаций, готовых провести Турнир на своей территории в любом регионе (как в Российской Федерации, так и за её пределами).

Большинство заявок на проведение турнира было удовлетворено. XXXII Турнир имени М. В. Ломоносова состоялся в воскресенье 27 сентября 2009 года в следующих населённых пунктах: г. Алексин Тульской области, г. Апатиты Мурманской области, г. Арзамас Нижегородской области, г. Астана (Казахстан), г. Астрахань, г. Березники Пермского края, село Большой Морец Еланского района Волгоградской области, село Борискино-Игар Клявлинского района Самарской области, Брасовский район Брянской области, г. Брянск, г. Владикавказ, станция Внуково Ленинского района Московской области, г. Волгоград, г. Волгодонск Ростовской области, посёлок Выгоничи Брянской области, посёлок Гордеевка Брянской области, г. Гусь-Хрустальный Владимирской области, г. Дмитров Московской области, посёлок Добрунь Брянского района Брянской области, посёлок Дубровка Брянской области, г. Дятьково Брянской области, г. Ейск Краснодарского края, г. Железногорск Курской области, посёлок Жириятино Брянской области, г. Жуковка Брянской области, село Замишево Новозыбковского района Брянской области, г. Злынка Брянской области, г. Карачев Брянской области, село Кинель-Черкасы Самарской области, посёлок Клетня Брянской области, посёлок Климово Брянской области, г. Клинцы Брянской области, посёлок Комаричи Брянской области, г. Ковров Владимирской области, посёлок Красная Гора Брянской области, г. Красный Сулин Ростовской области, село Красный Яр Уватского района Тюменской области, г. Курск, г. Магнитогорск Челябинской области, г. Мглин Брянской области, г. Миасс Челябинской области, г. Москва, посёлок Навля Брянской области, г. Нелидово Тверской области, г. Нижний Новгород, г. Новозыбков, Брянской области, г. Новомосковск Тульской области, г. Новосибирск, г. Обнинск Калужской области, г. Озёры Московской области, г. Оренбург, село Первое Мая Клинцовского района Брянской области, г. Переславль-Залесский Ярославской области, г. Пермь, посёлок Погар Брянской области, г. Почеп Брянской области, г. Протвино Московской области, г. Пущино Московской области, село Разъезджее Ермаковского района Красноярского края, г. Раменское Московской области, посёлок Рогнедино Брянской области, г. Рязань, г. Самара,

г. Санкт-Петербург, г. Саров Нижегородской области, г. Саяногорск республики Хакасия, г. Севастополь, г. Севск Брянской области, г. Сельцо Брянской области, г. Сергиев-Посад Московской области, г. Стародуб Брянской области, г. Ступино Московской области, посёлок Суземка Брянской области, г. Сураж Брянской области, г. Троицк Московской области, г. Трубчевск Брянской области, г. Тула, село Уват Тюменской области, г. Ульяновск, г. Унеча Брянской области, г. Урай Ханты-Мансийского автономного округа — Югра, г. Уфа, г. Фокино Брянской области, г. Фрязино Московской области, г. Химки Московской области, г. Челябинск, г. Череповец Вологодской области, село Шкрябино Стародубского района Брянской области, г. Электросталь Московской области, г. Юбилейный Московской области.

Такая система организации олимпиады была применена впервые и признана достаточно удачной. В существенной части регионов РФ все желающие школьники получили реальную возможность принять участие в Турнире и воспользовались такой возможностью. Надеемся, что учителя и энтузиасты работы со школьниками — организаторы Турнира в регионах — также получили ценный положительный опыт от проделанной работы.

Кроме того, была проведена интернет-версия турнира, в которой могли принять участие все желающие школьники, располагающие подключённым к сети Интернет компьютером. В интернет-версии турнира приняли участие 1240 школьников. Грамотами за успешное заочное участие награждено 434 школьников (их работы проверялись по тем же критериям, что и очные письменные работы). Интернет-версия турнира была организована с помощью системы администрирования турниров ejudge (<http://www.ejudge.ru>).

Открытая публикация полных результатов — ещё одна из традиций турнира. Именно на этом этапе выясняется и исправляется большое количество недоразумений и ошибок. Полная таблица результатов опубликована в интернете по адресу <http://www.mccme.ru/olympiads/turlom/2009>. Эта таблица содержит регистрационные номера участников, классы и полный набор оценок по каждому заданию каждого предмета³.

Торжественное закрытие Турнира, вручение грамот и призов школьникам, принимавшим участие в турнире в Москве и Московском реги-

³По желанию участников (ответ на соответствующий вопрос в регистрационной анкете) в таблице также указывается фамилия, имя и школа.

оне, состоялось 27 декабря 2009 года в Московском государственном университете. По традиции 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 2000 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.

Электронная версия этого сборника, а также материалы турниров этого (2009) 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, XXXIII Турнир имени М. В. Ломоносова, напоминаем, планируется провести **в воскресенье 26 сентября 2010 года**. Приглашаем всех желающих школьников!

Статистика

Ниже приводится таблица результатов участников по школам, классам и предметам. В таблице указаны школы, учащиеся которых принимали участие в 32 Турнире имени М. В. Ломоносова 27.09.2009 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.

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.

Название образовательного учреждения	Количество грамот по классам											Статистика результатов по предметам
	3	4	5	6	7	8	9	10	11	Всего		
школа № 2007 города Москвы		17	29	34	25	23	15	12	155			М 90; Ф 58; Б 43; Миг 30; И 18; Лин 18; Аст 11; X 9; Л 1
школа «Интеллектуал» города Москвы	23	20	21	16	29	15	18	142				Аст 55; М 50; Б 42; Ф 37; X 33; Лин 30; И 26; Миг 15; Л 6
гимназия № 1514 города Москвы	8	13	20	16	21	14	27	119				М 54; Аст 30; Лин 28; Ф 27; Б 22; И 18; Миг 15; X 15; Л 6
школа № 444 города Москвы	4	11	21	22	16	8	12	94				М 52; Ф 41; Аст 21; Лин 18; Б 17; И 12; X 7
центр образования «Пятьдесят седьмая школа» города Москвы	1	1	4	4	4	11	30	34	89			Лин 39; М 34; И 18; X 14; Ф 13; Аст 11; Л 11; Б 10; Миг 8
школа № 1189 города Москвы	14	8	14	16	21	8	6	87				М 48; Ф 27; Б 21; X 18; Лин 11; И 8; Миг 5; Аст 5
школа № 179 Московского института открытого образования		8	14	26	17	7	15	87				М 42; Лин 25; Ф 23; Миг 17; И 16; Аст 14; Б 7; Л 5; X 4
СУНЦ Московского государственного университета							21	66	87			М 54; X 34; Лин 21; Ф 8; Аст 7; Б 6; Миг 5; И 5
Лицей «Вторая школа» города Москвы			11	22	18	14	14	83				М 59; Ф 22; Миг 18; Лин 18; Аст 15; И 8; Б 7
школа № 853 города Москвы	11	12	16	6	18	9	2	74				М 40; Б 38; Ф 32; X 18; Лин 10; Миг 3; Аст 3; И 2
Московская гимназия на Юго-Западе № 1543	2	5	5	14	12	3	29	70				М 40; Лин 20; Б 18; Аст 14; Миг 11; X 11; Ф 6; И 6; Л 1
Лицей города Троицк Московской области	1	9	16	17	16	3	5	67				Ф 52; М 21; Лин 13; X 12; Б 8; И 3; Аст 2; Миг 1; Л 1
центр образования № 654 города Москвы	4	12	5	7	19	9	6	62				Ф 23; X 21; М 17; Аст 16; И 13; Лин 13; Б 10; Миг 1; Л 1

гимназия № 2 города Раменское Московской области					2	15	8	31	5	1	62	Б 46; Ф 28; X 9; М 8; И 7; ЛИН 6; Аст 2; Л 1
гимназия № 1567 города Москвы	2	1	3	4	23	13	15				61	Б 24; ЛИН 15; Ф 13; М 12; X 11; Аст 10; И 9; Л 3; Миг 2
лицей № 31 города Челябинск	11	12	8	9	3	6	10				59	М 59; Ф 19; Миг 7; ЛИН 6; И 3; X 2; Б 2
Санкт-Петербургская классическая гимназия № 610	7	5	5	10	10	3	18				58	ЛИН 34; И 20; М 13; Б 8; Ф 4; X 3; Миг 2; Л 2; Аст 1
лицей № 1568 города Москвы			14	14	14	3	8				53	Ф 46; М 19; X 12; Б 9; ЛИН 7; И 5; Аст 3; Миг 1
Гимназия города Обнинск Калужской области		6	7	10	1	4	21				49	Б 22; М 20; ЛИН 11; Ф 7; X 7; И 5
школа № 192 города Москвы		2	10	5	8	7	16				48	Б 26; X 24; М 11; Ф 9; Аст 6; Миг 4; ЛИН 4; И 2
физико-математический лицей № 30 города Санкт-Петербург	6	3	12	1	16	2	6				46	М 25; Ф 13; Миг 9; ЛИН 9; И 7; X 6; Б 2; Аст 2
Лицей на Донской № 1553 города Москвы				14	12	15	5				46	ЛИН 20; Аст 20; Б 15; И 6; М 5; X 5; Л 4; Ф 3
Химический лицей города Тула		7	5	8	10	15					45	X 34; Б 27; М 3; И 2; ЛИН 2; Миг 1; Ф 1
центр образования № 218 города Москвы		6	9	6	13	2	7				43	X 15; М 14; Б 13; ЛИН 11; Ф 10; Миг 6; И 6; Аст 1
Гимназия «Дмитров» города Дмитров Московской области	1	8	16	4	6	4	2				41	Ф 21; М 18; Б 15; X 7; ЛИН 4; И 3; Л 2; Миг 1; Аст 1
лицей № 15 города Саров Нижегородской области		8	12	5	8	5	3				41	М 27; Ф 26; Б 10; X 7; ЛИН 3; Миг 1; И 1; Л 1
Лига школ № 1199 города Москвы			14	5	9	10	3				41	ЛИН 24; Б 14; Ф 12; М 9; И 8; Л 4; Миг 2; X 2; Аст 2
лицей № 1547 города Москвы		3	2	4	11	6	13				39	Ф 21; Аст 21; ЛИН 10; М 9; X 7; И 5; Б 4
школа № 9 города Пермь		6	18	5	3	3	2				37	М 32; Ф 15; Б 10; Миг 1; X 1; ЛИН 1

школа № 21 города Ковров Владимирской области					2	4	8	12	11		37	И 23; М 9; Б 9; Х 8; Ф 4; ЛИН 4; Л 3; Аст 1
Сергиево-Посадская гимназия города Сергиев Посад Московской области			8	3	9	5	12			37	ЛИН 15; Ф 12; Б 8; И 7; М 6; Х 6; Л 5; Аст 2; Миг 1	
гимназия № 9 города Волгоград			10	15	9	1	1			36	Х 22; Ф 16; И 9; М 8; Б 3	
лицей № 1564 города Москвы			2	10	5	9	8	1		35	Б 20; Ф 15; Х 8; ЛИН 8; М 4; Аст 3; И 2	
гимназия № 7 города Раменское Московской области			15	7	3	7	2			34	Б 15; М 14; Ф 14; Х 8; ЛИН 3; И 2	
многопрофильный лицей № 1 города Магнитогорск Челябинской области			1	6	5	3	7	10		32	Б 27; И 10; ЛИН 3; Л 3; М 2; Ф 2; Х 1	
лицей № 2 города Тула			7	4	6	4	11			32	Ф 22; И 8; Б 8; ЛИН 7; Л 7; М 5; Х 5; Миг 1; Аст 1	
гимназия № 1534 города Москвы		1	2	19	3	2	3	1		31	М 26; Ф 11; Аст 8; Б 4; И 2; ЛИН 2; Миг 1; Х 1	
школа № 520 города Москвы		1	4	2	9	15				31	Б 29; Ф 6; Х 5; М 3; ЛИН 3; Аст 3; И 1	
гимназия № 1 города Новосибирск		8	9	8	2	2	1			30	М 17; Б 8; И 7; Х 3; ЛИН 3; Ф 2	
лицей № 1557 города Москвы			4	12	10	1	3			30	Ф 19; М 11; Б 9; ЛИН 7; И 3; Х 2; Миг 1	
лицей № 1 города Брянск		1	4		4	5	16			30	И 10; Б 10; Х 7; ЛИН 5; М 4; Аст 4; Миг 3; Ф 2; Л 1	
школа № 1350 города Москвы		1	2	4	13	6	1			29	Аст 12; Ф 10; Х 10; М 7; И 7; Б 5; Миг 1; ЛИН 1	
Республиканский башкирский лицей-интернат (город Уфа)			1	5	10	8	5			29	Ф 19; Х 11; И 11; Б 9; М 3; Миг 1; ЛИН 1	
гимназия № 1 города Клиницы Брянской области				5	13	4	5			27	Б 15; Х 11; Ф 3; И 3; М 1; Миг 1	

школа № 11 города Железнодорож- Курской области					1	3	5	2	5	4	6	26	Б 16; Ф 8; М 7; Лин 7; Х 6; И 3; Миг 1
Гимназия «Логос» города Дмит- ров Московской области		4	7	3	6	4	2	26	Б 14; Лин 9; М 7; Ф 6; Х 5; И 5				
школа № 1 города Фрязино Мос- ковской области		1	15	3	3	2	2	26	Б 15; Ф 13; М 9; Х 4; И 3; Лин 2				
Московский химический лицей № 1303					3	8	14	25	Х 17; Лин 6; Ф 5; Аст 4; М 3; Б 3; И 2; Миг 1				
лицей № 6 города Миасс Челябин- ской области		2	12	2	6	2	24	Ф 17; М 11; Х 5; Лин 4; И 2; Б 2					
лицей № 82 города Челябинск		2	1	1	15	5	24	Х 14; Б 10; М 5; Ф 3; Лин 3; Аст 2; Миг 1					
гимназия № 1 города Оренбург			9	10	2	3	24	Лин 12; Ф 10; Б 9; И 8; М 5; Х 1					
Лицей города Фрязино Москов- ской области		4	6	2	4	2	5	23	Ф 12; Б 10; М 5; Лин 4; Х 3				
лицей № 60 города Астана		1	6	1	5	5	4	22	Х 10; М 9; Ф 4; Лин 3; Аст 2				
Лицей «Физико-техническая школа» города Обнинск Калуж- ской области			3	4	5	9	1	22	М 11; Ф 8; Х 7; Б 6; Лин 6; Аст 1				
лицей № 1 города Тула					6	6	10	22	Х 12; Ф 8; Б 5; Лин 3; И 2; М 1; Аст 1				
гимназия № 1517 города Москвы		1	13		2	4	1	21	М 14; Лин 6; Б 5; Миг 4; Х 3; Ф 2; И 2; Л 1				
лицей № 1 города Новомосковск Тульской области			1	8	4	8	21	Х 9; Ф 7; Б 6; Лин 5; Л 5; И 2; М 1					
гимназия № 1518 города Москвы		3	6	2	4	3	2	20	Ф 13; М 5; Лин 5; Х 3; И 3; Б 3; Аст 1; Л 1				
гимназия № 5 города Юбилейный Московской области		4	5	3	3	4	1	20	Б 11; М 9; Лин 6; Х 4; И 3				
школа № 132 города Самара			7	1	10	2	20	Х 10; Б 9; М 8; Ф 8; И 1; Лин 1; Л 1					

школа № 2 города Севск Брянской области							10	7	3	20	Б 18; И 8; Х 3; Аст 1
лицей № 1511 города Москвы							8	12	20	Аст 9; Х 8; Лин 6; Ф 4; Миг 2; М 1; И 1	
гимназия № 1506 города Москвы	1	1	5	4	2	3	3	3	19	М 8; Лин 7; Ф 6; Б 4; И 3; Л 3; Х 2; Аст 2	
школа № 56 города Магнитогорск Челябинской области		2	7	5		2	3		19	М 14; Б 4; Лин 4; Ф 3; Х 3; И 1; Л 1	
школа № 54 города Москвы		1		9	1	3	5		19	М 9; Ф 6; И 3; Миг 2; Б 2; Лин 2; Аст 2; Х 1	
центр образования № 548 «Царицыно» города Москвы		1	1	5	8	4	19	Ф 6; Б 6; Лин 6; Аст 6; Х 4; М 2; И 1; Л 1			
лицей № 165 города Нижний Новгород		8	4	2	5	19	М 14; Лин 7; Аст 5; Ф 4; Л 4; Б 2; Миг 1				
лицей № 1524 города Москвы		5	3	4	4	3	19	М 9; Аст 9; Миг 4; Ф 4; Лин 4; Б 3; Х 2; И 2			
гимназия № 1554 города Москвы	1	1	3	1	6	3	18	Ф 11; Х 6; М 4; Б 4; Лин 4; И 2; Аст 1			
гимназия № 1 города Самара		8	4	3	3	18	М 9; Х 8; Ф 4; Лин 3; И 1; Л 1				
школа № 199 города Москвы		8	3	2	2	3	18	Б 10; И 4; Лин 4; М 3; Ф 3; Х 2			
школа № 12 города Электросталь Московской области		5	5	7	1	18	Ф 10; Б 8; Х 3; Лин 2; М 1; И 1				
школа № 1981 города Москвы	1	4	5	6	1	17	Ф 18; И 3; М 2; Б 1				
школа № 81 города Москвы	1	7		7		2	17	Х 6; Б 6; Ф 4; И 4; Лин 4; Л 2; М 1			
гимназия № 18 города Алексин Тульской области		6	4		3	1	17	Б 15; М 5; Х 3; Ф 2; Лин 2; Аст 1; Л 1			
лицей № 10 города Волгоград		2	6	4	5	17	Ф 9; М 6; Х 4; Б 2; Аст 2; Л 2; Лин 1				
школа № 183 города Нижний Новгород		6	3	4	2	2	17	Б 7; Ф 6; Лин 6; Х 3; М 2; Л 2; И 1			

лицей № 1581 города Москвы										17	Ф 19; Аст 5; И 3; Лин 3; М 2; Миг 2; Б 2
гимназия города Новозыбков Брянской области	2	4	4		6					16	Б 7; М 5; Х 5; И 3; Ф 2
школа № 827 города Москвы		3	4	2	4					16	Б 9; Ф 5; М 4; Миг 2; Х 2; И 2; Лин 2; Аст 1
школа № 1253 города Москвы		2							14	16	Х 12; Б 4; Лин 2; Аст 2; М 1; Ф 1; И 1
школа № 1 «Образовательный центр» села Кинель-Черкасы Самарской области		1	2	2	3	6				16	Б 8; И 7; Х 6; М 5; Ф 1
школа № 30 города Оренбург		1	10	2	2	1				16	Ф 10; М 6; Лин 5; Б 3; Х 2; Миг 1; И 1; Аст 1
гимназия № 1538 города Москвы		3	5	4	1	3				16	М 6; Аст 5; Ф 4; И 4; Б 3; Лин 3; Х 1
Городской лицей при Магнитогорском государственном университете (город Магнитогорск Челябинской области)				1	1	6				16	Б 15; Л 5; Лин 3; И 2; М 1; Х 1
Самарский медико-технический лицей				1	7	1				16	Б 10; М 4; Ф 4; Х 4; И 1
школа № 22 города Электросталь Московской области		1	5	4	2	3				15	Ф 9; М 8; Б 8; И 5
гимназия № 1588 города Москвы		1	1	3	1	9				15	Лин 11; Аст 4; М 2; И 2; Б 2; Л 2; Миг 1; Ф 1; Х 1
Академическая гимназия Санкт-Петербургского государственного университета			2		5	8				15	М 9; Лин 7; Ф 6; Х 6; Б 3; И 1; Аст 1

Губернаторский лицей-интернат для одарённых детей Оренбуржья (город Оренбург)								5	10	15	И 11; Б 10; Х 3; Лин 3; М 1; Л 1
гимназия № 1544 города Москвы	2	2	3	3	3	1	14	Б 12; И 5; Ф 3; Х 2; Лин 2; М 1; Л 1			
школа № 152 города Москвы	1	4	2	2	3	1	14	М 6; Ф 5; Б 4; И 3; Лин 2; Аст 2; Х 1; Л 1			
школа № 618 города Москвы	1		10	1	2		14	Ф 14; Б 7; М 3; Миг 1; Х 1; Лин 1			
гимназия № 1565 «Свиблово» города Москвы		2	5	4		1	14	М 6; И 6; Лин 5; Ф 4; Х 2; Аст 2; Б 1			
школа № 151 города Челябинск		2	1	9	1	1	14	Лин 5; Ф 4; Б 4; М 3; Х 1; Аст 1			
Сецинская школа посёлка Сеща Дубровского района Брянской области		1	1	1	9	2	14	Х 6; Аст 6; Б 5; Ф 2; И 2; Л 2; М 1			
лицей № 2 города Брянск			3	2	2		14	Б 8; Лин 6; М 4; Ф 2; И 2; Миг 1; Х 1			
школа № 10 города Череповец Вологодской области			3		6	5	14	Б 14; Х 8; Ф 2; М 1			
Традиционная гимназия (город Москва)		1	5		1	3	14	Лин 5; М 3; Ф 3; И 3; Б 3; Аст 3; Миг 1; Л 1			
Лицей авиационного профиля № 135 города Самара			9	1	2		14	М 9; Ф 9; Б 3; Х 2; И 1; Лин 1			
гимназия № 1505 города Москвы		2	1	1	3	1	13	Х 6; Б 5; Лин 5; М 3; Ф 3; И 1; Л 1			
гимназия № 1563 города Москвы			3	3	1	4	13	Лин 7; М 4; Ф 4; Миг 3; Б 3; Х 1; И 1			
гимназия № 2 города Тула			2	6		3	13	Х 7; Ф 6; Б 4; М 3; И 2; Лин 1			
школа № 13 города Электросталь Московской области			3	2	1	1	13	Ф 6; Б 6; И 4; Лин 4; Х 2; М 1			
школа № 371 города Санкт-Петербурга	1		3	3	2	2	12	И 6; Лин 6; М 3; Ф 3			

школа № 11 города Электросталь Московской области					8		3	1	12	Ф 6; Б 6; М 3; Х 2; И 1
лицей № 1 города Прогвино Московской области		6		3					12	Б 6; М 5; И 4; Лин 4
Медико-биологическая школа «Vita» (город Москва)			5	3	2				12	Х 9; Ф 3; Б 3; Аст 3; И 1
центр образования № 1409 города Москвы			5			1		6	12	Аст 6; М 5; И 5; Ф 3; Лин 1
Технический лицей города Самара			4	1	2	2		3	12	Ф 15; Х 5; Аст 5; М 4; Б 4; Лин 2
школа № 25 города Москвы			2		7			3	12	М 7; Лин 6; Ф 4; Аст 3; Х 2; Миг 1; И 1; Б 1
Лицей информационных технологий № 1533 города Москвы				1	2	7		2	12	Аст 7; Ф 2; Х 2; Б 2; Лин 2
гимназия № 5 города Брянск							8	4	12	Б 5; Ф 2; Х 2; И 2; Лин 2
школа № 91 Российской академии образования (город Москва)	1		2			3	4	1	11	Ф 4; М 3; Миг 3; Б 3; Лин 3
гимназия № 2 города Брянск		2	1	4	1			3	11	М 4; Б 3; Миг 2; И 2; Лин 2; Аст 2; Х 1
гимназия № 1583 города Москвы		4	2	1	4				11	М 5; Б 5; Лин 5; Х 3; И 1
центр образования № 1811 «Измайлово» города Москвы		1	6		4				11	Ф 7; М 6; Лин 3; Б 2; Аст 2; И 1
Государственная столичная гимназия города Москва		1	4	2				4	11	Ф 6; И 5; М 4; Б 4; Лин 4; Х 2; Аст 1
школа № 75 города Черноголовка Московской области							11		11	Ф 8; Б 4; Х 2; М 1
школа № 1268 города Москвы			5	1	2	2		1	11	Б 8; Лин 6; М 5; И 3; Ф 1; Х 1; Аст 1; Л 1

лицей № 3 города Саров Нижегородской области					2	2	1	6	11	М 7; Ф 3; И 3; Б 2; Лин 1	
лицей № 52 города Рязань				4	4	3	11	Лин 10; М 6; Ф 1; И 1; Б 1			
гимназия № 1 города Почеп Брянской области				1	1	2	1	6	11	Б 10; И 3; Лин 1; Аст 1	
Общественно-образовательный лицей «АМТЭК» города Череповец Вологодской области				1	4	2	2	2	11	Ф 11; Лин 4; М 3; Х 2; И 1; Б 1	
лицей № 6 города Дубна Московской области				1	1	6	3	11	11	Х 6; Б 5; Ф 3; И 2; М 1; Лин 1; Аст 1	
лицей № 1537 города Москвы				1	2	5	3	11	11	М 13; Ф 9; Лин 6; Б 2; Аст 2; Миг 1; Х 1	
лицей № 1580 при Московском государственном техническом университете имени Н. Э. Баумана				1	1	7	3	11	11	Ф 8; Аст 5; М 3; И 3; Х 2; Лин 2; Миг 1; Б 1	
школа № 5 города Электросталь Московской области				2	4	2	1	10	10	Ф 6; Б 5; М 1	
школа № 1201 города Москвы				2	1	2	3	2	10	Ф 9; Б 3; И 2; Лин 2; Аст 2; Х 1	
школа № 1 города Раменское Московской области				1	4	3	2	10	10	Лин 6; М 4; Ф 2; Х 2; Б 2	
школа № 1223 города Москвы				1	1	2	2	1	3	10	Х 6; Б 3; Ф 2; Лин 2; Аст 2; М 1
гимназия «Пушино» города Пушкино Московской области				1	2	4	2	1	10	Аст 6; М 2; Миг 2; Ф 2; И 2; Х 1; Б 1; Лин 1	
Московская экономическая школа				5	1	3	1	10	10	Б 6; Ф 4; Аст 2; М 1; И 1; Лин 1	
гимназия № 9 города Череповец Вологодской области				2	2	1	3	2	10	Б 7; Л 4; Х 2; Лин 2; Ф 1; И 1	

центр образования № 1840 города Москвы					3	1	1	3	2	10	М 5; Ф 5; Аст 4; И 2; ЛИН 2; Х 1; Б 1
Гимназия города Троицк Московской области				1	1	4	1	3	10	ЛИН 4; Ф 3; Х 2; И 2; М 1; Б 1	
гимназия № 21 города Электросталь Московской области				1		3	2	4	10	М 5; И 4; Б 3; ЛИН 2; Ф 1; Х 1; Аст 1	
школа № 6 города Самара					1	1	7	1	10	Х 5; И 3; Ф 2; Б 2; ЛИН 2; М 1	
Самарский государственный областной университет					4	1	1	3	10	Б 8; М 4; Ф 3; ЛИН 1; Аст 1; Л 1	
школа № 4 города Нелидово Тверской области						2	3	2	10	Х 10; Б 3; И 2	
лицей № 77 города Челябинск						4	2	2	10	Х 6; Ф 3; Б 3; М 1	
гимназия № 3 города Брянск						1	3	6	10	Б 8; И 3; Х 2; М 1	
лицей № 39 города Озёрск Челябинской области								10	10	М 7; Х 4; ЛИН 4; Б 1	
школа № 1978 города Москвы	1			4	3	1			9	Б 7; М 3; Ф 2; Х 1; ЛИН 1	
школа № 1384 города Москвы	1			1	6	1			9	М 7; Ф 3; Б 3; ЛИН 1	
школа № 8 МО РФ (город Севастополь)		1				4	1	1	2	9	И 10; Ф 4; М 3; Б 3; ЛИН 1; Аст 1
физико-математический лицей № 239 города Санкт-Петербург				1	1	1		6	9	М 7; Х 2; МИГ 1; И 1; ЛИН 1	
лицей № 4 города Тула					3	3	2	1	9	Ф 7; М 5; Б 4; МИГ 1; Х 1; И 1	
школа № 354 города Москвы				1	4	1	2	1	9	М 5; Ф 4; Б 4; ЛИН 2; И 1; Л 1	
школа № 5 города Москвы				1	5	2		1	9	М 4; Б 3; Ф 2; И 2; Аст 2; МИГ 1; ЛИН 1	
гимназия № 11 города Тула				4	1	1		3	9	ЛИН 5; И 3; М 2; Б 2; Л 1	
гимназия № 1576 города Москвы					1	1	1	3	4	9	ЛИН 3; Аст 3; М 1; МИГ 1; И 1; Б 1; Л 1
школа № 1912 города Москвы				1	3	3	2		9	М 5; Б 5; Ф 4; ЛИН 1	

школа № 18 города Электросталь Московской области					1	4	1	2		1	9	Ф 6; Б 4; И 1; Лин 1
гимназия № 2 города Самара				4	4	1					9	М 6; Ф 5; Лин 2; Аст 1
лицей № 2 города Прогвино Московской области				3	1	4	1				9	Б 7; М 2; Ф 1; И 1
Астраханский технический лицей				2	2	4	1				9	Ф 8; Б 4; М 2; Х 2; И 2; Лин 1; Л 1
лицей № 5 города Железнодорож Курской области				4	2	3					9	Б 6; М 5; Х 2; Ф 1
лицей № 1535 города Москвы					2	1	4	2			9	И 6; Лин 5; Б 2; Аст 1; Л 1
Лицей научно-инженерного профиля № 4 города Королёв Московской области						6					9	Ф 6; М 4; Б 3; Лин 3; Х 2
лицей № 1525 «Воробьёвы горы» города Москвы				1	3	3	2				9	Ф 3; Лин 3; М 2; Б 2; Аст 2; Х 1; Л 1
школа «Дневной пансион-84» города Самара						8					9	Х 4; И 4

Для экономии места в таблицу включены только результаты школ, ученики которых получили 9 и более грамот — таких школ 162. (Всего 1146 школ, из которых хотя бы один ученик получил грамоту, и ещё 504 школы, ученики которых отмечены баллами многоборья, но грамоты при этом не получили.)

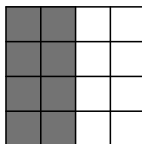
Конкурс по математике

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) У Вани было некоторое количество печенья; он сколько-то съел, а потом к нему в гости пришла Таня, и оставшееся печенье они разделили поровну. Оказалось, что Ваня съел в пять раз больше печений, чем Таня. Какую долю от всего печенья Ваня съел к моменту Таниного прихода?

2. (6–7) В квадрате 4×4 клетки левой половины покрашены в чёрный цвет, а остальные — в белый. За одну операцию разрешается перекрасить в противоположный цвет все клетки внутри любого прямоугольника. Как за три операции из первоначальной раскраски получить шахматную?



3. (8–9) Петя и Вася играют на бирже. Некоторые дни удачные, и в такие дни капитал Пети увеличивается на 1000\$, а капитал Васи — на 10%. А остальные дни неудачные — и тогда капитал Пети уменьшается на 2000\$, а капитал Васи уменьшается на 20%. Через некоторое время капитал Пети оказался таким же, как был в начале. А что произошло с капиталом Васи: уменьшился он, увеличился или остался прежним?

4. (8–11) Даны две картофелины произвольной формы и размера. Докажите, что по поверхности каждой из них можно проложить по проволочке так, что получатся два изогнутых колечка (не обязательно плоских), одинаковых по форме и размеру.

5. (6–8) На левую чашу весов положили два шара радиусов 3 и 5, а на правую — один шар радиуса 8. Какая из чаш перевесит? (Все шары изготовлены целиком из одного и того же материала.)

6. (9–11) На левую чашу весов положили две круглых монеты, а на правую — ещё одну, так что весы оказались в равновесии. А какая из чаш перевесит, если каждую из монет заменить шаром того же радиуса? (Все шары и монеты изготовлены целиком из одного и того же материала, все монеты имеют одинаковую толщину.)

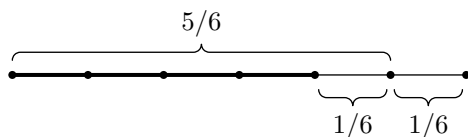
7. (6–11) В ряд слева направо лежит 31 кошелёк, в каждом по 100 монет. Из одного кошелька часть монет переложили: по 1 монете в каждый из

кошельков справа от него. За один вопрос можно узнать суммарное число монет в любом наборе кошельков. За какое наименьшее число вопросов можно гарантированно вычислить «облегчённый» кошелёк?

8. (10–11) Вася отвечает теорему Виета: «Сумма трёх коэффициентов квадратного трёхчлена равна одному из его корней, а произведение — другому». Экзаменатор: «Неверно». Вася: «Как же неверно? Я проверил для случайно выбранного трёхчлена, и всё получилось». Какой это мог быть трёхчлен, если его коэффициенты — целые числа?

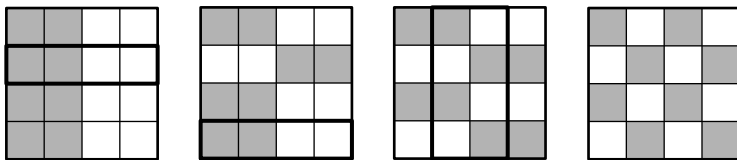
Решения к заданиям конкурса по математике

1. Пусть Таня съела x печений. Тогда Ваня съел $5x$ печений, из которых $5x - x = 4x$ печений он съел до прихода Тани. Так как всего печений было $5x + x = 6x$, до Таниного прихода Ваня съел $\frac{4x}{6x} = \frac{2}{3}$ всего печенья.



Ответ. $2/3$.

2. Одно из решений приведено ниже.



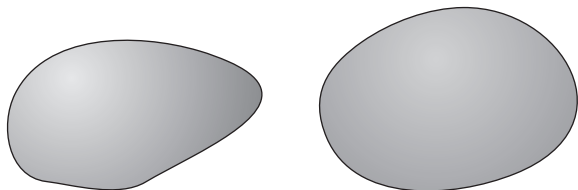
3. За один неудачный день капитал Пети уменьшается на столько же, на сколько он увеличивается за два удачных. Поскольку в итоге капитал Пети такой же, как вначале, удачных дней было в два раза больше, чем неудачных.

В удачный день капитал Васи умножается на $1,1$, а в неудачный на $0,8$. От перемены мест сомножителей произведение не меняется. Поэтому результат для Васи получается такой же, как если бы за каждыми двумя удачными днями шёл один неудачный. В этом случае за первые три дня капитал Васи умножится на $1,1 \cdot 1,1 \cdot 0,8 = 0,968 < 1$,

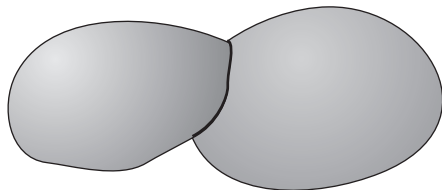
т. е. уменьшится. За следующие три дня он опять уменьшится, и т. д. Поэтому и в итоге капитал Васи уменьшится.

Ответ. Капитал Васи уменьшился.

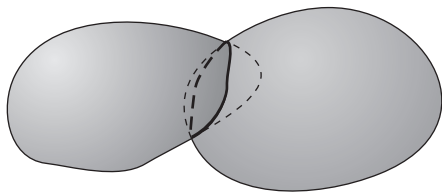
4. Посмотрим на поверхности картофелин как на абстрактные геометрические фигуры.



Подвинем их так, чтобы они пересеклись.



Возьмём маркер и нарисуем возникшую на пересечении замкнутую кривую на каждой из картофелин.



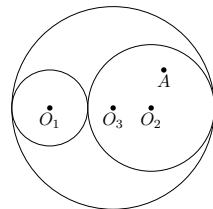
Это и есть пути, по которым можно проложить проволочки.

Замечание. Пересечение поверхностей может оказаться устроенным достаточно сложно — состоять из нескольких частей (если поверхность одной картофелины пересекают несколько «наростов» другой картофелины), иметь разветвления, быть завязанным в узел, иметь бесконечную длину и т. п. (Речь здесь, конечно, идёт уже об абстрактных

геометрических поверхностях, а не о поверхностях обычных картофелин.)

Вообще, слова «картофелина» и «колечко» объясняют математическое содержание задачи наглядно, но не вполне строго. Поэтому и саму задачу (и её решение) следует рассматривать как наглядную демонстрацию интересного математического факта, а не как строгую теорему.

5. Заметим, что два меньших шара, если их поставить рядом, поместятся внутрь большого. Значит, их суммарный объем меньше.



Ответ. Перевесит правая чаша весов.

Комментарий. Хотя на картинке и видно, что два маленьких шара не вылезают за границы большого, докажем это. Пусть, например, точка A лежит внутри шара с радиусом 5. Проверим, что она попадает внутрь большого шара, т. е. что $AO_3 \leq 8$. Но действительно, по неравенству треугольника

$$AO_3 \leq AO_2 + O_2O_3 \leq R_1 + (R_3 - R_1) = R_3.$$

Имеется у задачи и алгебраическое решение, основанное на том, что $(R_1 + R_2)^3 > R_1^3 + R_2^3$ (см. также следующую задачу).

6. Так как при растяжении в R раз площади меняются в R^2 , а объёмы в R^3 раз, площадь круга радиуса R равна $V_2 R^2$, а площадь шара $V_3 R^3$, где V_2 и V_3 — некоторые константы (площадь единичного круга и объём единичного шара, соответственно; на самом деле $V_2 = \pi$, а $V_3 = \frac{4}{3}\pi$, но для решения задачи это не важно).

Обозначим радиусы монет через R_1 , R_2 и R_3 . Вначале весы были в равновесии, поэтому $V_2 R_1^2 + V_2 R_2^2 = V_2 R_3^2$, т. е.

$$R_1^2 + R_2^2 = R_3^2.$$

Аналогично, чтобы определить, что произошло с весами, после того как монеты заменили шарами, нужно сравнить $R_1^3 + R_2^3$ с R_3^3 . Но по сравнению с равенством выше правая часть умножилась на больший радиус R_3 , а два слагаемых в левой части — на меньшие радиусы R_1 и R_2 :

$$R_1^3 + R_2^3 = R_1^2 \cdot R_1 + R_2^2 \cdot R_2 < R_1^2 \cdot R_3 + R_2^2 \cdot R_3 = (R_1^2 + R_2^2) \cdot R_3 = R_3^3.$$

Значит, правая чаша перевесит.

Ответ. Перевесит правая чаша весов.

7. Достаточно получить ответ на вопрос «сколько всего монет в кошельках с нечётными номерами?»

Действительно, если ответ на него « $1600 + n$ » ($n > 0$), то монеты перекладывали из кошелька с чётным номером, справа от которого было ровно n кошельков с нечетными номерами — т. е. из $(2n + 1)$ -го справа кошелька. Если же ответ на него « $1600 - n$ » ($n > 0$), то монеты перекладывали из кошелька с нечётным номером, справа от которого было ровно n кошельков с чётными номерами — т. е. из $2n$ -го справа кошелька.

Ответ. За один вопрос.

8. Пусть m — корень, равный сумме коэффициентов, n — корень, равный их произведению, a — старший коэффициент. Если коэффициенты целые, то их сумма и произведение m , n тоже целые.

Согласно настоящей теореме Виета, коэффициент при x равен $-a(m + n)$, а свободный член amn . Таким образом, уравнение имеет вид

$$ax^2 - a(m + n)x + amn = 0.$$

Поэтому фактически Вася утверждает, что

$$\begin{aligned}m &= a - a(m + n) + amn, \\n &= -a^3(m + n)mn.\end{aligned}$$

Перепишем первое равенство в виде

$$m = a(1 - m)(1 - n).$$

Видим, что m делится на $(1 - m)$. Прибавив $(1 - m)$ к m , получаем, что 1 также делится на $(1 - m)$, откуда m равно 0 или 2. Если $m = 0$, то ввиду второго равенства $n = 0$, а тогда из первого равенства $a = m = 0$, что невозможно для старшего коэффициента трёхчлена.

Остаётся случай $m = 2$. Если сократить во втором равенстве на n , то получим, что 1 делится на 2. Значит, сокращать на n нельзя, т. е. $n = 0$. Тогда из первого равенства находим a , а затем по теореме Виета находим остальные коэффициенты. Полученный трёхчлен $-2x^2 + 4x$ удовлетворяет условию задачи.

Ответ. $-2x^2 + 4x$.

Критерии проверки и награждения

По результатам проверки каждого задания ставилась одна из следующих оценок (перечислены в порядке убывания):

+ ± +/2 ≠ - 0

Общий смысл этих оценок следующий:

«+» — задача решена полностью,

«±» — решена с недочётами, не влияющими на общий ход решения,

«+/2» — см. критерии к задаче 7,

«≠» — задача не решена, но имеются содержательные продвижения,

«-» — задача не решена;

за задачу, к решению которой участник не приступал, ставится «0».

Так как по одному ответу невозможно определить, в какой степени участник решил задачу, за верный ответ без решения ставится не выше «≠» («-» если ответ типа «да-нет»); потеря случаев в переборе или рассмотрение только (содержательного) частного случая — не выше «≠».

Уточняющие критерии по задачам (оценки типичных случаев).

1. Решение, с объяснением в виде картинki — «+» или «±» в зависимости от внятности; только частный случай (например, «пусть всего было 30 печений») — «≠»; ответ без решения (возможно, с проверкой того, что он подходит) — «≠»; ответ не на тот вопрос — «-».

2. Не указано, какие прямоугольники перекрашивались (или указано с ошибкой), но есть правильная последовательность раскрасок — «±»; имеются невозможные переходы — «-».

3. Частный случай (например, «два удачных, один неудачный») без объяснения того, что удачных дней всегда в два раза больше, а все сводится к умножению, поэтому порядок, в котором идут дни, не важен, *или* соображения о том, что проценты отнимаются от большей суммы, а прибавляются к меньшей (без полного решения) — «≠», то же с ошибками в арифметике — «-»; только ответ — «-».

4. Разобран только случай круглых картофелин / объяснение того, как найти колечки, равные только по длине / «рассмотрим очень маленькие колечки» — «-».

5. Доказывать, что 2 шара вкладываются в третий, не требуется, достаточно (внятной) картинki. Правильное решение с неверным коэффициентом в формуле объёма шара *или* рассмотрены кубы вместо шаров — «±», неверная степень R в формуле объёма — «-»; вычислительное решение с ошибкой в вычислениях — «-»; только ответ — «-».

6. Правильное решение с неверным коэффициентом в формуле объёма шара — «±», неверная степень R в формуле объёма — не выше « \mp »; рассмотрен только частный случай (например, случай одинаковых радиусов) — « \mp »; частный случай с арифметическими ошибками / неверными коэффициентами — « $-$ »; только ответ — « $-$ ».

7. Верное решение без полного объяснения, как восстановить номер облегчённого кошелька по полученному ответу — «±»; бинарный (или тернарный) поиск кошелька — « $-$ »; только ответ — « $-$ ».

Комментарий. Жюри имело в виду, что вопросы можно задавать только про конкретно указанные кошельки (например, «сколько монет в первом, втором и седьмом кошельках»). Но некоторые участники решили, что допустимы и вопросы вроде «сколько монет в кошельках правее облегчённого?». За такие решения ставилась оценка « $+/2$ » (если в результате удавалось узнать кошелёк за один вопрос — иначе « $-$ »); при подведении итогов оценка « $+/2$ » по этой задаче учитывалась также, как оценка « $+$ ».

8. Ответ без верного обоснования — « \mp »; потеря одного из случаев в переборе — « \mp ».

Задачи, предназначавшиеся более младшим классам, чем тот, в котором учится участник турнира, проверяются, но не учитываются при подведении итогов.

Оценка «е» (балл многоборья) ставилась при наличии хотя бы одной оценки не хуже « $+/2$ ».

Оценка «v» (грамота за успешное выступление в конкурсе по математике) ставилась:

— в 6–11 классах, если есть не меньше 2 оценок не хуже « $+/2$ » каждая.

— в 5 классе и младше, если есть хотя бы 1 оценка не хуже « $+/2$ ».

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

Статистика

Приводим статистику решаемости задач конкурса по математике. 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.

Учтены все работы по математике, сданные школьниками (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	3	5	34	486	2133	3037	3787	3619	3158	4125	20387
«e»	0	0	0	0	0	415	790	347	93	172	477	2294
«v»	0	0	1	10	122	183	507	49	41	38	129	1080

Сведения о количестве решённых задач участниками разных классов. 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 данной таблицы условно отмечались как одна решённая задача.

Класс	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
0 задач	0	3	4	24	365	1536	1744	3397	3500	2970	3542
1 задача	0	0	1	8	83	414	787	344	78	150	456
2 задачи	0	0	0	2	34	167	415	33	29	22	82
3 задачи	0	0	0	0	4	16	83	11	10	15	30
4 задачи	0	0	0	0	0	0	8	2	2	1	15
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				
8 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	8
+	992	846	113	140	319	536	151	73
±	176	621	45	10	266	121	65	34
+ / 2	0	0	0	0	1	0	81	0
±	592	17	1158	17	99	885	26	403
-	2144	2118	4781	3530	6798	6923	11095	2521
0	1342	1654	1327	10992	1488	2450	8442	4256
Всего	5246	5256	7424	14689	8971	10915	19860	7287

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.

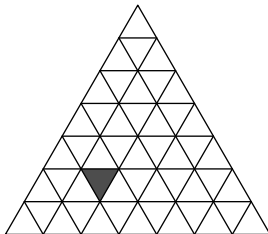
1. «Горошины». Два игрока ходят по очереди. Перед началом игры у них есть поровну горошин. Ход состоит в передаче сопернику любого числа горошин. Не разрешается передавать такое количество горошин, которое до этого уже кто-то в этой партии передавал. Ноль горошин тоже передавать нельзя. Тот, кто не может сделать очередной ход по правилам, — считается проигравшим.

Кто — начинающий или его соперник — победит в этой игре, как бы ни играл его партнёр?

Рассмотрите случаи:

- У каждого по две горошины;
- У каждого по три горошины;
- У каждого по десять горошин;
- Общий случай: у каждого по N горошин.

2. «Красим треугольник». Двое играют на треугольной доске (см. рис.), закрашивая по очереди на ней треугольные клеточки. Одна клетка (начальная) уже закрашена перед началом игры.



Первым ходом закрашивается клеточка, граничащая (по стороне) с начальной, а каждым следующим ходом — клетка, граничащая с только

что покрашенной. Повторно клетки красить нельзя. Тот, кто не может сделать ход, проигрывает. Кто — начинающий или его соперник — побеждает в этой игре, как бы ни играл его партнёр?

Рассмотрите случаи:

- а) Начальная клетка — угловая, поле любого размера;
- б) Поле и начальная клетка как на рисунке к этому заданию;
- в) Общий случай: поле любого размера, и начальная клетка в нём произвольная.

г) Дополнительное задание. Можно подумать, что начальная клетка определяет исход партии независимо от действий игроков. Нарисуйте, однако, на каком-нибудь поле примеры таких двух партий с одной и той же начальной клеткой, чтобы в первой побеждал начинающий, а во второй — его партнёр. Для удобства нумеруйте клетки: начальная — 0, первым ходом красится клетка 1, вторым — 2 и т. д.

(Специально для удобства решающих это задание на обороте условия напечатана треугольная сеточка, на которой можно рисовать и раскрашивать треугольники).

3. «Линейные шашки». Игровое поле представляет собой полосу $1 \times N$. В начале игры на нескольких крайних левых полях стоит по одной белой шашке, на стольких же крайних правых полях — по одной чёрной шашке. Белые и Чёрные ходят по очереди, начинают Белые. Ход заключается в передвижении одной из своих шашек в направлении противника (Белые ходят направо, Чёрные — налево). Можно делать простой ход или бить шашки соперника. При простом ходе разрешается перемещать шашку на любое число клеток, но нельзя перепрыгивать ни через свои шашки, ни через чужие. Бьют шашки соперника по тем же правилам, что и в обычных шашках:

- Шашка бьёт шашку соперника, стоящую на соседнем поле, если следующее за ним поле свободно. При этом своя шашка перемещается на это свободное поле, а побитая шашка соперника снимается с доски.
- Бить обязательно: если есть возможность бить, делать вместо этого простой ход какой-либо шашкой нельзя.
- Если шашка, побившая шашку соперника, может сразу побить следующую его шашку, она должна продолжать бить тем же ходом.

Кто — Белые или Чёрные — победят в этой игре вне зависимости от игры партнёра? Рассмотрите случаи:

- а) У игроков по одной шашке, поле длиной $N > 2$ клеток;
- б) У игроков по две шашки, поле длиной $N > 4$ клеток;
- в) У игроков по три шашки, поле длиной $N > 6$ клеток;
- г) Дополнительное задание. Можно подумать, что численное преимущество решает исход игры. Придумайте и нарисуйте, однако, позицию, где у Белых меньше шашек, чем у Чёрных, и тем не менее, Белые начинают (с простого хода) и выигрывают.

Решения

1. «Горошины». Во всех случаях победит второй игрок.

В пункте «а», когда у игроков по две горошины, первый игрок либо отдаст второму две горошины (на это второй даст ему одну, и у первого не будет ходов), либо отдаст одну. В этом случае второй игрок может отдать ему две горошины, назад получит три, отдаст четыре и победит.

Подобным же образом пойдёт игра и в пункте «б». Если первый игрок отдаст три или две, назад получит одну и сразу проиграет. Если же отдаст одну, то назад получит две. Далее у первого два варианта хода, но оба плохи: отдав 4, он получит назад 3 и проиграет, а отдав 3, получит 4, будет вынужден отдать 5, получит 6 и всё равно проиграет.

Разбирать случай 10 горошин, как предлагается в пункте «в», нет смысла. Этот пункт давался для того, чтобы на большом числе горошин почувствовать общую стратегию. Изложим её — это будет решение пункта «г».

г) Первое решение. Победит второй игрок, придерживаясь правила: «всякий раз отдавай минимально возможное число горошин». Докажем, что это действительно стратегия. Достаточно показать, что у второго игрока всегда будет ход. Начинает игру у нас первый игрок, но мы схитрим и сделаем так, чтобы игру начинал второй: предположим, что второй (условно) передаёт сначала первому 0 горошин. Теперь можно видеть, что всякий раз в ответ на ход второго первый игрок вынужден будет отдать ему больше, чем сам получил. Поэтому количество горошин у второго с каждым парным ходом будет увеличиваться хотя бы на одну. Перед K -м ходом у него будет не менее $N + K$ горошин. А отдать на K -м ходу он в соответствии со своей стратегией должен не более $2K$ горошин. Это осуществимо, поскольку $N + K \geq 2K$ при $K \leq N$. А более, чем N ходов игра длиться не может.

Второе решение. Разобьём числа от 1 до $2N$ на пары

$$(1; 2), (3; 4), (5; 6)$$

и так далее. Победит второй игрок, придерживаясь правила: «всякий раз, получив число из некоторой пары, отдавай другое число из той же пары». Докажем, что и это верная стратегия. Опять же, требуется показать, что у второго игрока всегда будет ход. Пусть первый передал второму число x из некоторой пары $(x; y)$. Ясно, что y никто пока не передавал: второй это мог делать только в ответ на ход первого x , а если бы первый ранее передал бы y , то второй тогда же передал бы x . Итак, что же может помешать второму отдать y ? Только отсутствие у него нужного количества горошин. Однако, поскольку $y \geq x + 1$, а x он только что получил, отдать y второй не сможет только в одном случае — если у него ничего до хода первого не было. Однако, за каждый парный ход у первого количество горошин может уменьшиться максимум на одну, а было у него N , так что 0 у него может быть только после N парных ходов, то есть после окончания игры. Во время же игры такой ситуации сложиться не может. Значит, второй всегда ответит первому и в конце концов победит.

2. «Красим треугольник». В пункте «а» побеждает второй игрок. После хода первого игрока (единственно возможного), ему следует закрасить клетку, примыкающую к стороне. Ход первого вынужден, второй снова красит клетку у стороны и в конце концов побеждает, крася угловую клетку.

Нетрудно понять, что в пункте «б», наоборот, победит первый игрок. Не приводя специально решения пункта «б», разберём общий случай.

в) То, кто будет победителем зависит от начальной клетки. Раскрасим клетки как на рисунке 1, в шахматном порядке, так, чтобы клетки вида \triangle были белыми, а клетки вида ∇ — чёрными.

Покажем, что если начальная клетка чёрная, начинающий побеждает. Разделим поле на «слои» (см. рис. 2). Начинающий должен всегда закрашивать клетку, оставаясь в текущем слое. При этом соперник либо тоже будет оставаться в этом слое (и тогда они вскоре доберутся до угла слоя), либо уйдёт во внешний слой. (Из угла он в любом случае уходит во внешний слой.) В конце концов первый игрок закрасит угловую клетку поля и победит.

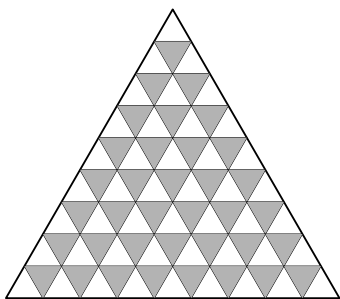


Рис. 1. Шахматная раскраска поля.

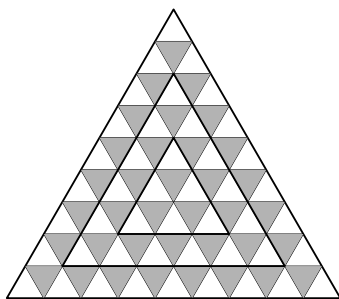


Рис. 2. «Слой» на игровом поле.

Решение дополнительного задания показано на рисунках 3 и 4. Поле и начальная клетка взяты как в пункте «б». Согласно теории, победить должен первый игрок, что и проиллюстрировано рисунком 3. Последний, седьмой ход в угол делает первый игрок. Но если бы первый игрок играл «как попало», он мог бы и проиграть: на правом рисунке после 10-го хода второго первый терпит поражение.

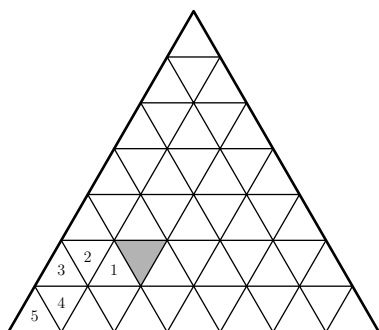


Рис. 3. Начинаящий побеждает.

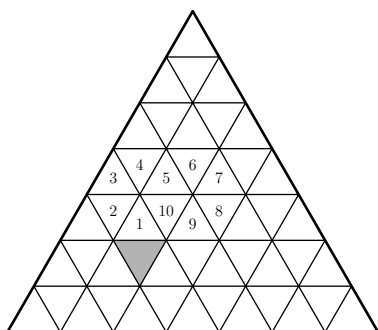


Рис. 4. Начинаящий проигрывает.

3. «Линейные шашки». В этой игре Белые, бесспорно, имеют преимущество, хотя иногда они и проигрывают. Клетки поля мы для удобства иногда будем нумеровать слева направо: 1, 2, 3, ... $(N - 1)$, N .

В пункте «а» при $N = 3$ Белые проиграют (этот тривиальный случай многие «прозевали»), а в остальных случаях — победят, передвинув шашку с клетки 1 на клетку $(N - 2)$. Эта атака — поставить свою шашку за одну клетку до шашки противника — будет часто в дальнейшем применяться Белыми.

В пункте «б» Белые тоже, казалось бы, должны идти с клетки 2 на $(N - 3)$. Однако, такой ход возможен только если $N - 3 > 2$, то есть $N > 5$. В этом случае у Чёрных только один ход, следует размен, и возникает положение (рис. 5). Теперь Белые ходят с 1 на $(N - 4)$ (это возможно, так как $N - 4 > 1$ при $N > 5$) и выигрывают.

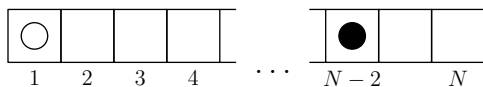


Рис. 5. Белые начинают и выигрывают.

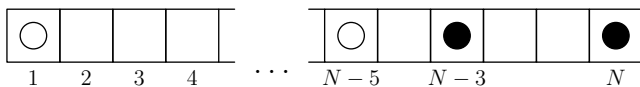


Рис. 6. Ход Чёрных.

Случай же $N = 5$ разбирается отдельно. Все ходы там вынужденные, и побеждают тоже Белые.

В пункте «в» Белые тоже побеждают, атакуя стандартным образом, но это возможно только при $N > 8$. Вот как пойдёт игра: Белые: $3 \rightarrow (N - 4)$, размен и далее Белые повторяют атаку: $2 \rightarrow (N - 5)$. Оба эти хода возможны: при $N > 8$ заведомо будет и $N - 4 > 3$, и $N - 5 > 2$. После второго хода Белых возникнет ситуация как на рис. 2. Теперь двигать левую чёрную шашку Чёрным невыгодно, а второй шашкой они смогут сделать максимум 2 хода, тогда как Белые $(N - 7)$ ходов. Поскольку $N - 7 \geq 2$ при $N > 8$, у Чёрных раньше кончатся ходы, и им придётся отдавать свою шашку на съедение, что быстро приведёт их к проигрышу.

Случаи $N = 7$ и $N = 8$ требуют отдельного разбора. При $N = 7$ ход у Белых один, далее серия вынужденных разменов, и возникает позиция (рис. 7), где Белые легко побеждают.

При $N = 8$ у Белых теоретически два возможных первых хода. Поддаться первым ходом ($3 \rightarrow 5$) оказывается невыгодным: после серии вынужденных ходов имеем положение (рис. 8), где ход Чёрных, так что они легко выигрывают, пойдя $7 \rightarrow 5$. Атаковать тоже не удаётся: после первого хода $3 \rightarrow 4$ и разменов получается позиция (рис. 9). Ходить

2 → 4 глупо, после же 2 → 3 следует 8 → 7, Белые ходят 1 → 2, Чёрные 7 → 6, после чего Белые вынуждены пойти на клетку 4 и проиграть. Итак, при $N = 8$ победят Чёрные.



Рис. 7. Белые побеждают.

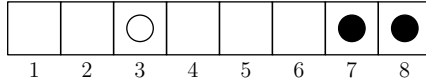


Рис. 8. Чёрные начинают и выигрывают.

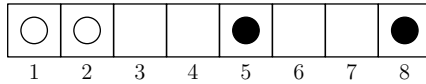


Рис. 9. Белые проигрывают.

Возможное (видимо, простейшее) решение дополнительного задания представлено на рисунке 10. Пусть у Чёрных две шашки, у белых — только одна. Ходя на клетку влево, Белые вынуждают Чёрных сдать обе свои шашки следующим ходом.



Рис. 10. Белые начинают и выигрывают.

Критерии оценивания

За каждую задачу присуждается целое количество баллов от 0 до 20. Оценки по различным пунктам суммируются (при этом ставится 20 баллов, если сумма оказывается больше 20).

В переборных решениях, в которых не разобраны все случаи, следует ставить долю оценки, примерно соответствующую доле верно разобранных случаев. Голый ответ не даёт баллов, кроме явно указанных позиций. Примеры партий не дают баллов.

В исключительных случаях за задачу ставится 10 баллов (половина стоимости), если по ней написано неполное математически содержательное решение, однако ввиду невнятности и неясности изложения применение более детальных критериев оценки оказывается крайне затруднительным.

1. «Горошины».

а) 2 балла. За пример партии 1 балл, если понятно, что это рассмотренный случай, который автор считает выгодным для начинающего (ибо случаев всего там два).

б) 5 баллов.

в) Не оценивается. Жюри считает невероятной ситуацию сколь-нибудь полного решения его без решения г).

г) 20 баллов. При этом внутри пункта ставится:

- 3 балла за формулировку стратегии «Второй победит, если будет отдавать минимально возможное число горошин».
- 4 балла за формулировку парной стратегии: «Объединим числа в пары: 1–2, 3–4 и т. д. Второй победит, если будет отдавать второе число из той же пары».
- 1 балл за некий намёк на парность, вроде «Второй победит, если будет отдавать соседнее (на 1 большее, на 1 меньшее) число по сравнению с тем, что ему только что дали».
- 1 балл за соображение «Второй победит, потому что ходов чётное число, и его ход будет последним».

2. «Треугольники».

а) 4 балла. За раскрашенную полоску без комментариев — 2 балла.

б) 4 балла. За рисунок без слов о симметрии — 1 балл.

в) 16 баллов. При полном решении этого пункта пункты а) и б) не учитываются (более точно: участник, не решивший г), не может получить более 16 баллов). В этот пункт входят:

- 3 балла за ответ (то есть раскраска и верный ответ. При этом иногда вместо раскраски авторы апеллируют к расположению клеток — дельтообразно и наблаобразно, — это тоже правильно).
- 2 балла за невнятные мысли типа «идём к стороне, идём к краю».
- 1 балл за голую идею раскраски.

г) 7 баллов.

3. «Шашки».

Если понятно, что автор считает, что игра ведётся не на полоске, а на доске большей ширины — 0 баллов. Если понятно, что автор считает, что шашка ходит на одну клетку (на это указывают обычно рассуждения о чётности и нечётности N) — 0 баллов.

а) 2 балла (1 балл снимается за неучтённый случай $N = 3$).

б) $1 + 3 = 6$ баллов (1 балл за $N = 5$, 3 балла за $N > 5$). Если вместо $N > 5$ разобран конкретный случай — 1 балл, если в рисунке или есть

рассуждение «и так далее» — считать верным, полные 3 балла.⁴

в) $2 + 2 + 4 = 8$ баллов. 2 балла за $N = 7$, 2 балла за $N = 8$, 4 балла за $N > 8$. При верных голых ответах для $N = 7$, $N = 8$ — 1 балл за оба. Если вместо $N > 8$ разобран конкретный случай — 1 балл, если в рисунке или рассуждение есть «и так далее» — считать верным. Если в общем случае нет соображения «у второго после первой серии разменов будет меньше нейтральных ходов, и ему придётся поддаться и проиграть», не более 2 баллов. Если общий случай описан только как «делаем первый ход такой-то и побеждаем» — 1 балл за него.

г) 4 балла.

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.

Статистика

В приведённой статистике учтены все письменные работы по математическим играм, сданные школьниками, а также все устные ответы, кроме абсолютно нулевых. При наличии нескольких устных ответов за каждый пункт каждой задачи учтён лучший результат. При наличии

⁴Условная запись « $1 + 3 = 6$ » означает, что полное решение оценивается выше, чем сумма баллов за составляющие его отдельные случаи.

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	4	3	17	293	1000	1094	1140	815	603	353	5322
«e»	0	0	1	0	6	25	61	71	49	44	36	293
«v»	0	0	0	1	4	24	29	54	25	25	13	175

Сведения о распределении баллов по заданиям.

Баллы	Номера заданий			Баллы	Номера заданий		
	1	2	3		1	2	3
0	4049	4821	4852	11	4	10	18
1	440	75	48	12	5	4	11
2	312	41	59	13	0	0	3
3	95	55	36	14	0	2	11
4	44	92	33	15	4	10	1
5	50	23	32	16	1	9	61
6	32	3	17	17	3	0	2
7	208	33	16	18	2	3	0
8	14	80	68	19	2	3	2
9	4	6	9	20	38	45	26
10	21	13	23				

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

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

Сумма баллов	Классы // количество участников											Всего
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	
0	0	4	2	14	226	756	765	710	489	319	191	3476
1	0	0	0	0	23	61	81	100	92	77	44	478
2	0	0	0	1	19	64	51	75	37	51	23	321
3	0	0	0	0	2	14	24	31	39	32	15	157
4	0	0	0	0	7	16	23	20	25	18	6	115
5	0	0	0	1	2	6	14	25	15	18	11	92
6	0	0	0	0	3	6	14	13	12	6	4	58
7	0	0	0	0	1	28	32	41	32	13	10	157
8	e 0	e 0	e 0	e 0	e 3	e 6	e 29	e 27	e 8	e 5	e 6	e 84
9	0	0	0	0	0	1	2	4	6	5	3	21
10	0	0	0	0	2	2	9	9	10	8	7	47
11	0	0	0	0	0	2	3	9	10	6	5	35
12	0	0	0	0	0	1	2	2	3	6	3	17
13	0	0	0	0	0	0	1	2	3	2	5	13
14	0	0	1	0	1	1	3	7	3	6	2	24
15	0	0	0	0	0	0	2	2	4	4	3	15
16	0	0	0	0	0	11	9	6	1	0	2	29
17	0	0	0	0	0	1	1	3	1	2	0	8
18	v 0	v 0	v 0	v 0	v 0	v 1	v 0	v 3	v 3	v 2	v 1	v 10
19	0	0	0	0	0	1	1	3	4	2	1	12
20	0	0	0	1	2	8	11	12	8	8	3	53
21	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	1	3
22	0	0	0	0	1	0	2	1	2	2	1	9
23	0	0	0	0	0	3	2	5	1	0	0	11
24	0	0	0	0	0	0	1	2	0	0	1	4
25	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	3
>25	0	0	0	0	1	10	12	27	5	10	5	70

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. Можно решать и задачи старших классов.

1. (6–9) Почему чайный пакетик, если его залить кипятком — обычно всплывает, а если опустить в кипяток — обычно тонет? В чём разница?
2. (6–9) По расписанию поезд должен проехать участок железной дороги со скоростью 60 км/ч. Поезд опаздывает на 5 минут. Рассчитайте, сколько километров машинисту нужно проехать со скоростью 70 км/ч, чтобы ликвидировать опоздание.
3. (7–11) Мышка, Кошка и Жучка умеют бегать по плоскости с постоянной скоростью, причём Кошка бежит быстрее Мышки, а Жучка — быстрее Кошки. Кошка всё время бежит по направлению на Мышку, а Жучка — по направлению на Кошку.

Первоначально Мышка, Кошка и Жучка сидят на одной прямой линии, (Кошка — между Жучкой и Мышкой). Известно, что если Мышка будет убежать от Кошки вдоль этой прямой линии, никуда не сворачивая, то Кошка поймает Мышку раньше, чем Кошку догонит Жучка.

Может ли так получиться, что Мышка, убегая более хитрым способом, сумеет сделать так, что Кошка встретится с Жучкой раньше, чем поймает Мышку? Объясните, почему.

4. (8–11) В карманных механических часах основной механизм, обеспечивающий точный отсчёт равных интервалов времени («механизм спуска») представляет собой подпружиненный поворотный маятник, который должен поворачиваться вокруг своей оси туда-обратно.

С целью увеличения точности хода часов применяется на первый взгляд неожиданное техническое решение — «механизм спуска» крепится не к корпусу часов, а к той же шестерёнке, к которой прикреплена секундная стрелка. Почему это увеличивает точность хода?

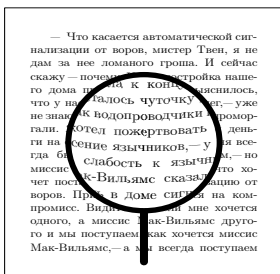
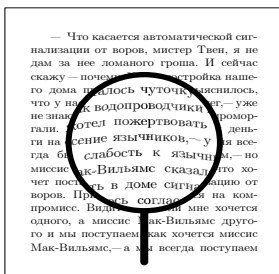
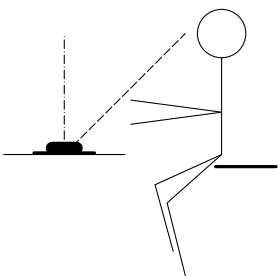
5. (9–11) В космосе вдали от других тел находятся три одинаковых маленьких шарика с массами m и зарядами q каждый. Шарик скреплены попарно тремя невесомыми и нерастяжимыми нитями одинаковой

длины L . Система находится в покое. Неожиданно одна из нитей рвётся. С какими по величинам ускорениями начнут двигаться шарики сразу после обрыва нити?

6. (10–11) Имеются два одинаковых незаряженных конденсатора и батарейка с ЭДС U . Из них разрешается собирать любые электрические схемы, и повторять сборку и разборку много раз. Как это не удивительно, с помощью последовательности таких действий можно зарядить один из конденсаторов до напряжения, сколь угодно мало отличающегося от $2U$. Как именно это нужно делать? Почему это приведёт к нужному результату?

7. (10–11) На горизонтальном столе лежит лист бумаги с напечатанным текстом. На текст положили лупу (собирающую линзу).

За столом сидит человек и смотрит на текст через лупу. Поскольку линза лежит далеко от края стола, направление взгляда составляет с расположенной вертикально главной оптической осью линзы угол примерно 45° .



Человек видит, что изображение текста в лупе немного искажается и строчки «выгибаются вверх» (рисунок слева). Объясните, почему именно «вверх», а не «вниз» («неправильный» рисунок справа).

8. (10–11) Молекула водорода может находиться в двух устойчивых состояниях, которые называются «орто» (спины ядер двух атомов в молекуле H_2 имеют одинаковое направление) и «пара» (спины имеют противоположное направление). Молекулы H_2 могут самопроизвольно обратимо перестраиваться, равновесное соотношение зависит от температуры:

Конфигурация молекулы H_2	Комнатная температура, атмосферное давление	20,4 К (температура кипения H_2), атмосферное давление
«орто»	75%	0,2%
«пара»	25%	99,8%

Газообразный водород комнатной температуры превратили в жидкий, охладив до $T_{\text{кипения}} = 20,4 \text{ К}$, и поместили в теплоизолированный сосуд со свободным удалением испаряющегося водорода при атмосферном давлении. Что произойдёт с жидким водородом в сосуде: установится равновесная «орто»/«пара»-концентрация или водород полностью испарится?

Перестройка молекул «орто» \rightarrow «пара» идёт с выделением тепла, удельная теплота этого процесса составляет $q = 719 \text{ кДж/кг}$, процесс протекает достаточно медленно. Считать, что удельная теплота испарения H_2 в этих условиях не зависит от состава смеси и равна $L = 447 \text{ кДж/кг}$, а различие молекул H_2 на процессе испарения никак не сказывается.

Ответы и решения

1. (6–9) Почему чайный пакетик, если его залить кипятком — обычно всплывает, а если опустить в кипяток — обычно тонет? В чём разница?

Объяснение. Чайный пакетик сделан из пористого материала. В этом материале очень много маленьких дырочек — чтобы пропускать кипяток внутрь пакетика и заваренный чай обратно из пакетика в стакан.

Ни одной более крупной дырочки в пакетике быть не должно — иначе будет просыпаться заварка. А пакетик как раз нужен для того, чтобы чайники не попали в чай и не просыпались ещё раньше.

Сухой чайный пакетик хорошо пропускает воздух через те же маленькие дырочки, предназначенные для воды.

А через мокрые стенки пакетика воздуху пройти намного труднее — все маленькие дырочки уже заняты водой.

Под водой воздух собирается в пузырьки. Пузырёк целиком в маленькую дырочку в стенке пакетика не поместится. (Конечно, его можно «продавить», например, прижав пакетик к стенке чайной ложкой.)

Если пакетик лежит на дне стакана и сверху льют кипяток — вся поверхность пакетика сразу оказывается мокрой. Весь воздух, который был внутри, так там и останется. Именно из-за воздуха внутри такой пакетик и плавает.

Когда мы опускаем пакетик в чай, вода в него проникает снизу, занимая место воздуха, который может свободной выходить сверху, где стенки пакетика пока ещё сухие.

Чтобы разобраться в том, что и как происходит с чайными пакетиками, лучше не читать приведённое описание, а поставить эксперимент с настоящими пакетиками.

И ещё замечание. Так, как описано, пакетики ведут себя обычно. Конечно, могут быть и исключения. Например, если залитый пакетик случайно окажется дырявым. Кроме того, жюри имело ввиду чайные пакетики, привычные для московских и российских школьников. А вообще чайные пакетики могут выглядеть и вести себя самым экзотическим и непривычным образом. Например, «чайный пакетик» в виде сеточки с крупными кусками чайного листа внутри не подходит под описание задачи и почти всегда будет тонуть, так как воздуху там удержаться негде.

2. (6–9) По расписанию поезд должен проехать участок железной дороги со скоростью 60 км/ч. Поезд опаздывает на 5 минут. Рассчитайте, сколько километров машинисту нужно проехать со скоростью 70 км/ч, чтобы ликвидировать опоздание.

Решение. Двигаясь со скоростью 60 км/ч и отставая на 5 минут, поезд находится от того места, где он должен был бы сейчас быть по расписанию, на расстоянии

$$5 \text{ мин} \cdot 60 \frac{\text{км}}{\text{ч}} = 5 \cdot 60 \frac{\text{мин} \cdot \text{км}}{\text{ч}} = 5 \cdot \frac{60 \text{ мин}}{\text{ч}} \cdot \text{км} = 5 \text{ км}$$

(в одном часе — 60 минут).

За один час разница пройденного расстояния со скоростями 70 км/ч и 60 км/ч составит, очевидно, 10 км. А поезду нужно «нагнать» только 5 км, что случится за полчаса. За это время поезд со скоростью 70 км/ч проедет расстояние

$$0,5 \text{ ч} \cdot 70 \frac{\text{км}}{\text{ч}} = 35 \text{ км}$$

Ответ. Поезду, чтобы «нагнать» расписание, нужно проехать расстояние 35 км.

3. (7–11) Мышка, Кошка и Жучка умеют бегать по плоскости с постоянной скоростью, причём Кошка бежит быстрее Мышки, а Жучка — быстрее Кошки. Кошка всё время бежит по направлению на Мышку, а Жучка — по направлению на Кошку.

Первоначально Мышка, Кошка и Жучка сидят на одной прямой линии, (Кошка — между Жучкой и Мышкой). Известно, что если

Мышка будет убегать от Кошки вдоль этой прямой линии, никуда не сворачивая, то Кошка поймает Мышку раньше, чем Кошку догонит Жучка.

Может ли так получиться, что Мышка, убегая более хитрым способом, сумеет сделать так, что Кошка встретится с Жучкой раньше, чем поймает Мышку? Объясните, почему.

Ответ. Да, такая ситуация возможна.

Решение. Понятно, Мышке нужно ускорить встречу Кошки с Жучкой по сравнению с вариантом убегания по прямой.

Подберём параметры задачи так, чтобы последующее решение было легко придумать и объяснить.

Посадем Кошку на очень маленьком расстоянии от Мышки. Пусть разница скоростей Кошки и Мышки тоже будет очень маленькая. То есть по условиям задачи у Мышки будет «хвост» в виде кошки, фактически повторяющий все движения самой Мышки. И так до тех пор, пока Кошка Мышку не поймает. Но из-за маленькой разности их скоростей это случится не сразу.

Посадем Жучку очень далеко от Кошки с Мышкой. А скорость Жучки сделаем такой, чтобы в случае движения всех зверей вдоль прямой линии Жучка, Кошка и Мышка встретились бы почти одновременно (Жучка с Кошкой — чуть-чуть позже, чем Кошка с Мышкой, как это требуется по условию.)

Теперь опишем нужный пример. Мышка начинает бежать в направлении от Кошки и тут же начинает разворот по окружности на 180 градусов. Радиус разворота должен быть намного больше чем расстояние Кошка—Мышка. Поэтому в результате разворота расстояние Кошка—Мышка будет не сильно меньше, чем в случае погони по прямой, продолжавшейся такое же время.

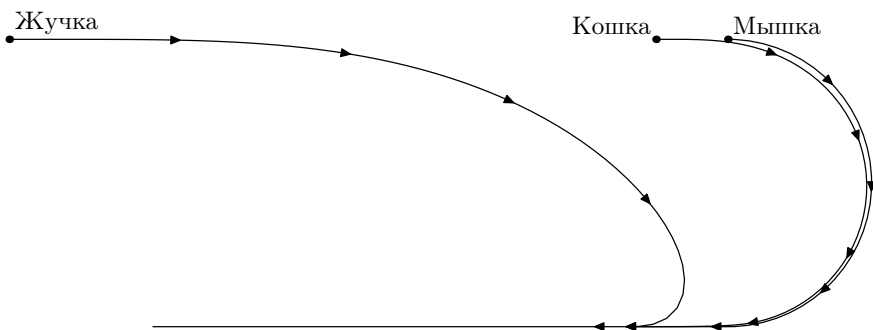
В то же время радиус разворота нужно выбрать существенно меньше, чем расстояние от места разворота до Жучки. То есть с точки зрения Жучки получается, что Мышка развернулась практически на месте и теперь бежит прямо на Жучку. А за Мышкой — Кошка.

В этой ситуации Кошка встретится с Жучкой раньше, чем с Мышкой. В самом деле, скорость Жучки была подобрана так, чтобы все животные встретились почти одновременно в случае, когда Жучка и Кошка бегут в одном направлении. Когда же они бегут навстречу друг другу с теми же скоростями — времени от начала движения до момента встречи пройдёт меньше.

Мышка же к моменту встречи не будет поймана Кошкой, как мы

выяснили выше — потому, что в этих условиях зависимость расстояния Кошка—Мышка от времени будет почти такой же, как и в случае погони вдоль прямой линии.

На рисунке приведена схема «погони». Первоначально Жучка, Кошка и Мышка расположены на координатной оси Ox в точках с координатами 0, 9 и 10 соответственно. Скорости животных выбраны пропорционально числам 1,441, 1,045 и 1 соответственно. Мышка сначала разворачивается по полукругу диаметра 4, а затем бежит по прямой.



Стрелочки на каждой траектории поставлены через одинаковые интервалы времени. Поскольку по условию догоняющий всегда бежит точно по направлению к тому, кого он догоняет, соответствующие друг другу стрелочки также указывают друг на друга.

Для наглядности соотношения между некоторыми геометрическими параметрами сильно преувеличены по сравнению с оговоренными в решении задачи.

На всякий случай убедимся, что выбранные координаты и скорости соответствуют условию: Мышку, если она будет убегать по прямой, Кошка поймает раньше, чем Жучка Кошку. Чтобы определить условное «время» поимки, мы разделим первоначальное расстояние между тем, кого ловят, и тем, кто ловит, на разницу их условных скоростей

$$\text{Кошка—Мышка: } \frac{10 - 9}{1,045 - 1} = \frac{1}{0,045}$$

$$\text{Жучка—Кошка: } \frac{9 - 0}{1,441 - 1,045} = \frac{9}{0,396} = \frac{1}{0,044} > \frac{1}{0,045}$$

4. (8–11) В карманных механических часах основной механизм, обеспечивающий точный отсчёт равных интервалов времени («механизм спуска») представляет собой подпружиненный поворотный маятник, который должен поворачиваться вокруг своей оси туда-обратно.

С целью увеличения точности хода часов применяется на первый взгляд неожиданное техническое решение — «механизм спуска» крепится не к корпусу часов, а к той же шестерёнке, к которой прикреплена секундная стрелка. Почему это увеличивает точность хода?

Решение. Если ось поворотного маятника (вокруг которой он поворачивается туда—обратно) проходит точно через его центр масс (через центр масс детали, совершающей эти колебания), то период колебаний не будет зависеть от ориентации часов в пространстве.

Но точно изготовить поворачивающуюся деталь с расположением её центра масс на оси вращения трудно. А в случае отклонений период колебаний маятника (и скорость хода часов) будет зависеть от ориентации маятника в пространстве.

Если центр масс поворотного маятника окажется ниже его оси вращения, из-за наличия силы тяжести на маятник будет действовать дополнительная возвращающая сила (как у обычного маятника: поворотный маятник окажется как бы «подвешенным»). В результате наличия возвращающей силы период колебаний будет меньше и часы будут ходить быстрее.

Если, наоборот, часы положить так, что центр масс поворотного маятника окажется выше оси вращения, период колебаний будет больше (из-за дополнительной «отклоняющей» силы, обусловленной действием силы тяжести), скорость хода часов замедлится.

Очевидно, не очень хорошо, когда скорость хода часов зависит от того, на какой бок их положили.

Описанное в задаче решение как раз и устраняет этот недостаток. Секундная стрелка вместе со своей ведущей шестерёнкой делает один оборот в минуту. Если положение этой шестерёнки оказалось вертикальным или наклонным, вертикальная ориентация поворотного маятника будет также меняться раз в минуту. И работа часового механизма не будет зависеть от того, как именно расположены часы.

Описанная система носит название «турбийон». Турбийон впервые сконструировал и запатентовал в 1795–1801 годах французский часовщик швейцарского происхождения Абрахам-Луи Бреге (1747–1823). В современных условиях детали часового механизма можно изготовить с достаточной точностью, не требующей компенсации с помощью

турбийона или аналогичных механизмов. Но часы с турбийоном по-прежнему выпускаются — как дань традиции. Как и вообще механические часы, уступившие свои позиции электронным часам, мобильным телефонам, компьютерам и прочим электронным устройствам, показывающим время.

5. (9–11) В космосе вдали от других тел находятся три одинаковых маленьких шарика с массами m и зарядами q каждый. Шарiki скреплены попарно тремя невесомыми и нерастяжимыми нитями одинаковой длины L . Система находится в покое. Неожиданно одна из нитей рвётся. С какими по величинам ускорениями начнут двигаться шарiki сразу после обрыва нити?

Решение. При небольших (в сравнении с длиной целой нити L) смещениях от прежнего положения равновесия шарiki, можно считать, движутся с постоянными ускорениями. При этом проекции скоростей пар шариков на нить, которая их соединяет, должны быть одинаковыми, так как нить нерастяжима. Если шарик, к которому прикреплены две оставшиеся целыми нити, сместился вдоль биссектрисы угла, образованного оставшимися целыми нитями, на небольшое расстояние $x \ll L$, то проекции смещений двух других шариков на соответствующие нити должны быть равны $x \cos 30^\circ = \frac{\sqrt{3}}{2}x$.

Смещения же у этих крайних шариков в направлениях, перпендикулярных соответствующим нитям должны быть такими, чтобы центр масс всей системы шариков остался на прежнем месте. Соответственно, на прежнем месте должна остаться и проекция центра масс на направление смещения центрального шарика. Отсюда получается связь:

$$mx + 2mx \cos^2 30^\circ - 2my \sin 30^\circ = 0$$

$$mx + 2mx \left(\frac{\sqrt{3}}{2} \right)^2 - 2my \frac{1}{2} = 0$$

$$mx + 2mx \frac{3}{4} - 2my \frac{1}{2} = 0$$

$$x + \frac{3}{2}x - y = 0$$

$$y = \frac{5}{2}x$$

Полное смещение крайних шариков складывается из двух: смещения вдоль первоначального направления нити и смещения поперёк этого направления:

$$\sqrt{(x \cos 30^\circ)^2 + y^2} = \sqrt{\left(\frac{\sqrt{3}x}{2}\right)^2 + \left(\frac{5x}{2}\right)^2} = x\sqrt{\frac{3}{4} + \frac{25}{4}} = x\sqrt{\frac{28}{4}} = x\sqrt{7}.$$

Таким образом, модули полных смещений крайних шариков в $\sqrt{7}$ раз больше модуля смещения среднего шарика. Во столько же раз отличаются и ускорения, с которыми сразу после разрыва нити движутся шарики.

Увеличение расстояния между крайними шариками при этом равно:

$$\begin{aligned} \Delta L &= 2(y \cdot \cos 30^\circ + (x \cos 30^\circ) \cdot \cos 60^\circ) = \\ \Delta L &= 2\left(\frac{5}{2}x \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} + x \frac{\sqrt{3}}{2} \cdot \frac{1}{2}\right) = 5x \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} + x \frac{\sqrt{3}}{2} = 3\sqrt{3}x. \end{aligned}$$

Потенциальная энергия системы уменьшилась примерно на

$$\Delta E = F \cdot \Delta L = k \frac{q^2}{L^2} \cdot \Delta L = k \frac{q^2}{L^2} \cdot 3\sqrt{3}x$$

Обозначим скорость, приобретённую средним шариком к моменту, когда он сместился на x , символом v . Из закона сохранения энергии следует:

$$\begin{aligned} \frac{mv^2}{2} + 2 \frac{m(\sqrt{7}v)^2}{2} &= \Delta E \\ \frac{mv^2}{2} + 2 \frac{7mv^2}{2} &= k \frac{q^2}{L^2} \cdot 3\sqrt{3}x \\ \frac{15}{2} \cdot mv^2 &= k \frac{q^2}{L^2} \cdot 3\sqrt{3}x \\ \frac{5}{2} \cdot mv^2 &= \sqrt{3} \cdot k \frac{q^2}{L^2} x \\ v^2 &= \frac{2\sqrt{3}}{5} \cdot k \frac{q^2}{mL^2} x \end{aligned}$$

Известно, что скорость v , ускорение a и смещение x связаны соотношением

$$v^2 = 2ax$$

Отсюда следует, что ускорение среднего шарика равно по величине

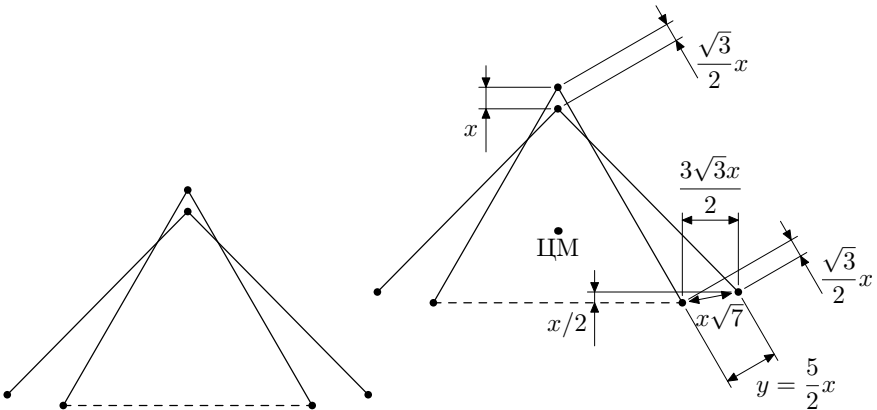
$$a = \frac{1}{2x} \cdot v^2 = \frac{1}{2x} \cdot \frac{2\sqrt{3}}{5} \cdot k \frac{q^2}{mL^2} x = \frac{\sqrt{3}}{5} \cdot k \frac{kq^2}{mL^2}$$

Ускорения крайних шариков по модулю в $\sqrt{7}$ раз больше.

Ответ. Сразу после обрыва нити центральный шарик будет двигаться с ускорением, равным по величине $\frac{\sqrt{3}}{5} \cdot k \frac{kq^2}{mL^2}$, а крайние шарики — с ускорениями, равными по величине $\frac{\sqrt{21}}{5} \cdot k \frac{kq^2}{mL^2}$.

Пояснение. На рисунке показаны описанные в решении задачи смещения шариков: наложены друг на друга исходная конфигурация и конфигурация после смещения центрального шарика на x .

Рисунок приведён в двух вариантах. Слева показаны только расположения шариков и нитей; этот рисунок для удобства восприятия геометрической картинке не содержит никаких пояснений. Справа — на таком же рисунке кроме того отмечены смещения шариков (и проекции этих смещений), которые упомянуты в решении и могут пригодиться для понимания и анализа решения.



Для наглядности на рисунке не выполнено соотношение $x \ll L$, в связи с чем картинка смещения шариков не полностью соответствует действительной: на рисунке выполнено условия равенства проекций смещений шариков на первоначальные направления нитей, в то время как на самом деле направления нитей меняются со временем и в каждый

момент условие проекций определяется направлениями нитей в данный момент времени.

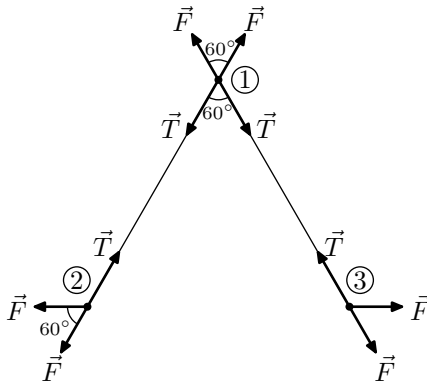
Другое решение. Задачу можно решить и «статическим» методом, не рассматривая малых перемещений. Для этого нужно аккуратно переформулировать данные условия в непривычной динамической ситуации.

Например, нерастяжимость нити соответствует утверждению: «проекция ускорений концов нити на саму нить равны друг другу». В самом деле, если бы это было не так — у длины нити появилось бы «ускорение», равное разности ускорений концов, но длина нерастяжимой нити меняться не должна⁵.

Рассмотрим участок нити в указанном условии задачи момент (разрыв нижнего участка нити произошёл, но положение шариков пока ещё не изменилось) между шариками, обозначенными на рисунке цифрами «1» и «2». Для его силы натяжения введём обозначение T .

Для силы попарного электростатического взаимодействия шариков (их заряды q , расстояние между ними L) введём обозначение $F = k \frac{q^2}{L^2}$.

Мы допускаем ситуацию $T \neq F$. И по ходу решения именно так оно и окажется, хотя это и может показаться неожиданным.



Определим в соответствии со 2 законом Ньютона проекцию ускорения шарика «1» на направление «1»→«2» (напомним, это направление

⁵Точнее, это условие неизменности длины проекции нити на направление нити в данный момент. Но, поскольку нить в первый момент неподвижна, этим же условием можно воспользоваться и для длины самой нити.

определяется по первоначальному положению шариков «1» и «2»):

$$(\vec{a}_1)_{12} = \frac{T - F + T \cos 60^\circ - F \cos 60^\circ}{m}$$

Определим проекцию ускорения шарика «2» на это же направление:

$$(\vec{a}_2)_{12} = \frac{F - T + F \cos 60^\circ}{m}$$

Эти проекции, как разъяснено выше, равны друг другу:

$$\frac{T - F + T \cos 60^\circ - F \cos 60^\circ}{m} = \frac{F - T + F \cos 60^\circ}{m}$$

$$T - F + T \cos 60^\circ - F \cos 60^\circ = F - T + F \cos 60^\circ$$

$$(2 + \cos 60^\circ)T = 2(1 + \cos 60^\circ)F$$

$$T = \frac{2(1 + \cos 60^\circ)}{2 + \cos 60^\circ}F = \frac{2\left(1 + \frac{1}{2}\right)}{2 + \frac{1}{2}}F = \frac{3}{5/2}F = \frac{6}{5}F$$

Теперь, зная массу шариков и все действующие на них силы, мы можем найти требуемые в условии задачи ускорения (для векторного сложения сил применим теорему косинусов):

$$\begin{aligned} a_1 &= \frac{\sqrt{(T - F)^2 + (T - F)^2 + 2(T - F)(T - F) \cos 60^\circ}}{m} = \\ &= (T - F) \frac{\sqrt{2 - 2 \cos 60^\circ}}{m} = \left(\frac{6}{5}F - F\right) \frac{\sqrt{2 + 2(1/2)}}{m} = \frac{\sqrt{3}}{5} \cdot \frac{F}{m} = \frac{\sqrt{3}}{5} \cdot \frac{kq^2}{mL^2} \\ a_2 &= \frac{\sqrt{(T - F)^2 + F^2 + 2F(T - F) \cos(180^\circ - 60^\circ)}}{m} = \\ &= \frac{F}{m} \sqrt{\left(\frac{T}{F} - 1\right)^2 + 1 + 2\left(\frac{T}{F} - 1\right)(-\cos 60^\circ)} = \\ &= \frac{F}{m} \sqrt{\left(\frac{6}{5} - 1\right)^2 + 1 - 2\left(\frac{6}{5} - 1\right) \frac{1}{2}} = \frac{F}{m} \sqrt{\frac{1}{5^2} + 1 - \frac{1}{5}} = \\ &= \frac{F}{5m} \sqrt{1 + 5^2 - 5} = \frac{\sqrt{21}}{5} \cdot \frac{F}{m} = \frac{\sqrt{21}}{5} \cdot \frac{kq^2}{mL^2} \end{aligned}$$

Дополнение. Жюри не предполагало учёт в решении данной задачи гравитационного взаимодействия между шариками. Но довольно большое решавших задачу такое взаимодействие учитывали (возможно, их натолкнуло на эту мысль информация из условия о том, что дело происходит «в космосе»). В этом случае решение ничем принципиально не отличается. Поскольку и электростатические, и гравитационные силы имеют одинаковую зависимость $1/r^2$ от расстояния r , учёт гравитационных сил приведёт только к наличию дополнительного поправочного множителя в выражениях для силы взаимодействия между шариками. (А если силы гравитационного притяжения окажутся больше сил электростатического отталкивания, то этот множитель будет отрицательным, что несколько поменяет смысл задачи, не изменив при этом формальных вычислений.)

6. (10–11) Имеются два одинаковых незаряженных конденсатора и батарейка с ЭДС U . Из них разрешается собирать любые электрические схемы, и повторять сборку и разборку много раз. Как это не удивительно, с помощью последовательности таких действий можно зарядить один из конденсаторов до напряжения, сколь угодно мало отличающегося от $2U$. Как именно это нужно делать? Почему это приведёт к нужному результату?

Решение. Основная идея понятна. Заряжаем один конденсатор от батарейки до напряжения U . Затем включаем заряженный конденсатор последовательно с батарейкой, получается «батарейка» с напряжением $2U$.

Теперь заряжаем от этой «батарейки» второй конденсатор. При этом, если ранее этот конденсатор был заряжен до напряжения менее $2U$, «батарейка» частично «разрядится» (за счёт разряда входящего в её состав конденсатора), её напряжение станет меньше $2U$. А напряжение на конденсаторе, наоборот, увеличится.

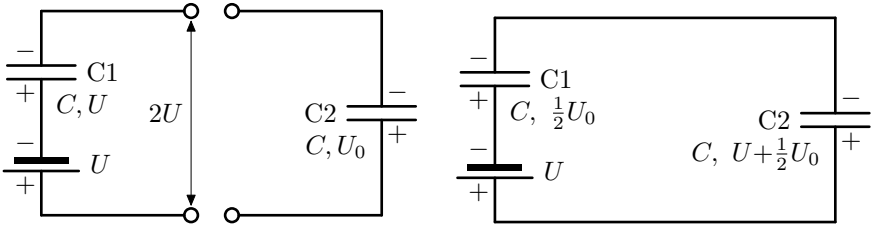
Теперь опять «сконструируем» батарейку с напряжением $2U$ и ещё подзарядим конденсатор.

Будем повторять описанный процесс многократно. После каждого раза напряжение на заряжаемом конденсаторе будет всё меньше и меньше отличаться от $2U$.

Теперь посчитаем всё аккуратно.

Имеется батарейка с ЭДС U и конденсатор C_1 ёмкостью C , заряженный до напряжения U и подсоединённый к батарейке последовательно (с соблюдением полярности, то есть между свободными выводами батарейки и конденсатора напряжение $2U$).

Подсоединяем к этим свободным выводам конденсатор C_2 ёмкости C , уже заряженный до напряжения $U_0 < 2U$ (полярность соединения обратная, такая, чтобы конденсатор дополнительно подзарядить).



Обозначим заряды, которые установятся на конденсаторах в собранной цепи после перераспределения и установления равновесия, q_1 и q_2 соответственно.

Первоначально конденсаторы имели заряды CU и CU_0 . Сумма этих зарядов сохранится, так как в схеме есть изолированный участок, содержащий обкладки двух конденсаторов с суммарным зарядом $CU + CU_0$. Отсюда получаем уравнение

$$q_2 + q_1 = CU + CU_0$$

Напряжения на конденсаторах выражаются через заряды: q_1/C и q_2/C . Разность этих напряжений должна компенсировать ЭДС батарейки U : $\frac{q_2}{C} - \frac{q_1}{C} = U$, то есть

$$q_2 - q_1 = CU$$

Складываем полученные уравнения:

$$2q_2 = 2CU + CU_0$$

Отсюда

$$\frac{q_2}{C} = U + \frac{1}{2}U_0,$$

а это и есть установившееся напряжение на конденсаторе C_2 .

После повторения описанного действия ещё раз (с исходным напряжением $U + \frac{1}{2}U_0$ на конденсаторе C_2) мы получим напряжение

$$U + \frac{1}{2} \left(U + \frac{1}{2}U_0 \right) = U + \frac{1}{2}U + \frac{1}{4}U_0$$

На следующей итерации:

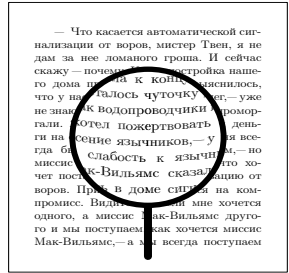
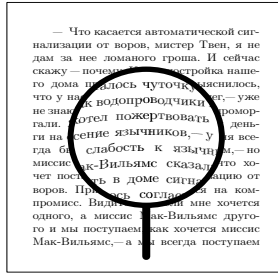
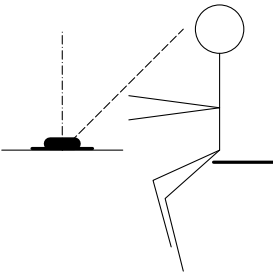
$$U + \frac{1}{2}U + \frac{1}{4}U + \frac{1}{8}U_0$$

и т. д.

Нетрудно понять, что в конце концов (после бесконечного количества повторений описанной операции) конденсатор С2 окажется заряженным до напряжения $2U$.

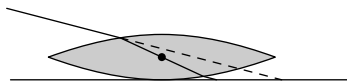
7. (10–11) На горизонтальном столе лежит лист бумаги с напечатанным текстом. На текст положили лупу (собирающую линзу).

За столом сидит человек и смотрит на текст через лупу. Поскольку линза лежит далеко от края стола, направление взгляда составляет с расположенной вертикально главной оптической осью линзы угол примерно 45° .



Человек видит, что изображение текста в лупе немного искажается и строчки «выгибаются вверх» (рисунок слева). Объясните, почему именно «вверх», а не «вниз» («неправильный» рисунок справа).

Объяснение. Рассмотрим луч, проходящий через центр лупы. Направление этого луча не меняется, что соответствует приближению тонкой линзы. Но этот луч испытывает как бы «параллельный перенос» в пространстве. Участок изображения, которому этот луч соответствует, реально находится там, где этот луч пересекается с листом бумаги (горизонтальная линия). А наблюдателю кажется, что этот участок находится там, где лист бумаги пересекается пунктирной линией — продолжением части луча, идущей к наблюдателю.



Такой же эффект проявляется во всех других частях лупы (не только центральной), накладываясь на то изображение, которое должна была бы сформировать лупа в приближении тонкой линзы.

Чем меньше толщина участка линзы, формирующего какой-то участок изображения, тем меньше проявляются описанные искажения для этого участка. В частности, края линзы (где толщина линзы минимальна) формируют свои участки изображения практически без отклонений (на тех же местах, где их должна была бы сформировать идеальная тонкая линза).

На рисунке некоторые геометрические параметры преувеличены по сравнению с реальными для большей наглядности.

8. (10–11) Молекула водорода может находиться в двух устойчивых состояниях, которые называются «орто» (спины ядер двух атомов в молекуле H_2 имеют одинаковое направление) и «пара» (спины имеют противоположное направление). Молекулы H_2 могут самопроизвольно обратимо перестраиваться, равновесное соотношение зависит от температуры:

Конфигурация молекулы H_2	Комнатная температура, атмосферное давление	20,4 К (температура кипения H_2), атмосферное давление
«орто»	75%	0,2%
«пара»	25%	99,8%

Газообразный водород комнатной температуры превратили в жидкий, охладив до $T_{\text{кипения}} = 20,4$ К, и поместили в теплоизолированный сосуд со свободным удалением испаряющегося водорода при атмосферном давлении. Что произойдёт с жидким водородом в сосуде: установится равновесная «орто»/«пара»-концентрация или водород полностью испарится?

Перестройка молекул «орто» \rightarrow «пара» идёт с выделением тепла, удельная теплота этого процесса составляет $q = 719$ кДж/кг, процесс протекает достаточно медленно. Считать, что удельная теплота испарения H_2 в этих условиях не зависит от состава смеси и равна $L = 447$ кДж/кг, а различие молекул H_2 на процессе испарения никак не сказывается.

Решение. В случае преобразование какой-то части водорода из «орто»-конфигурации в «пара»-конфигурацию количество «орто»-водорода в сосуде, очевидно, уменьшится: часть «орто»-водорода превратилась в «пара»-водород, а потом ещё в результате выделения тепла часть «орто»-водорода испарилась.

А вот количество «пара»-водорода в сосуде в таком процессе может как уменьшиться, так и увеличиться. Это зависит от того, что будет больше: количество «пара»-водорода, образовавшегося в этом процессе, или количество «пара»-водорода, испарившегося в результате выделения теплоты в этом же процессе.

По условию различие молекул H_2 на процессе испарения никак не сказывается. Поэтому при выделении в сосуде какого-то количества теплоты количество испарившихся «орто»- и «пара»-молекул водорода будет пропорционально концентрации таких молекул.

Пусть в сосуде концентрация молекул параводорода среди всех молекул составляет α . Пусть в результате преобразование небольшого количества водорода из состояния «орто» в состояние «пара» выделилось количество теплоты Q . В этом случае образуется параводород в количестве Q/q и испарится параводород в количестве $\alpha Q/L$.

Найдём равновесную концентрацию, при которой параводорода испаряется столько же, сколько и образуется:

$$\frac{Q}{q} = \frac{\alpha Q}{L}$$

$$\alpha = \frac{L}{q} = \frac{447 \text{ кДж/кг}}{719 \text{ кДж/кг}} \approx 0,62$$

То есть мы выяснили, что пока концентрация параводорода не достигнет $L/q \approx 62\%$, весь водород испариться не сможет. Действительно, в начале у нас уже было 25% параводорода, и потом его количество только увеличивалось.

А когда концентрация параводорода $L/q \approx 62\%$ уже достигнута, запас теплоты преобразования, содержащийся в оставшемся ортоводороде (концентрация которого равна $1 - \alpha$) уже недостаточен, чтобы испарить весь имеющийся жидкий водород.

Действительно, если удельная теплота преобразования чистого ортоводорода равна q , то для смеси с концентрацией ортоводорода $(1 - \alpha)$ эта величина равна

$$q(1 - \alpha) = q \left(1 - \frac{L}{q} \right) = q - L$$

По данным условия

$$q - L = 719 \frac{\text{кДж}}{\text{кг}} - 447 \frac{\text{кДж}}{\text{кг}} = 272 \frac{\text{кДж}}{\text{кг}} < L = 447 \frac{\text{кДж}}{\text{кг}}$$

Ответ. В сосуде с жидким водородом установится равновесная «орто»/«пара»-концентрация, полного испарения водорода к этому моменту не произойдёт.

Комментарий. Более точный и аккуратный подсчёт показывает, что в сосуде должно остаться около 29% от первоначального количества жидкого водорода. (Ещё точнее подсчитывать бесполезно, т. к. в условии задачи учтены не все тонкости реального процесса.)

Водород достаточно широко используется в качестве ракетного топлива и сырья в химической промышленности. Описанное в задаче необычное поведение жидкого водорода при этом создаёт серьёзные проблемы. Ситуацию, когда примерно 70% произведённого жидкого водорода за первые дни хранения самопроизвольно испаряется (да ещё и создаёт взрывоопасную смесь с воздухом), нельзя признать удовлетворительной. Поэтому ортоводород обычно преобразуют в параводород с помощью катализаторов прямо в процессе производства жидкого водорода.

Проверка и награждение

Инструкция для проверяющих работы

За каждую задачу ставится одна из следующих оценок:

+! + +. ± +/2 ∓ -. - 0

Если в работе **нет никакого текста по данной задаче** — за эту задачу ставится оценка «0».

Если **задача решена верно** (это решение может быть как похожим на приведённое здесь, так и совершенно оригинальным; главное, чтобы оно было грамотным с научной точки зрения и давало ответ на поставленный в задании вопрос) — за него ставится оценка «+». Грамотность, содержательность, оригинальность решения можно отмечать оценкой «+!» (если такая оценка поставлена, то дальнейшие недочёты не отмечаются, впрочем, если есть серьёзные недочёты, то нужно подумать, стоит ли вообще ставить «+!»). Мелкие недочёты отмечаются оценкой «+.', а более серьёзные проблемы — оценкой «±». Не имеет значения, как именно «оформлен» пробел в решении — школьник ошибся, просто пропустил логически необходимый фрагмент решения или явно указал («признался») что он что-то не обосновывает.

Оценка «+/2» ставится, если **школьник продвинулся на пути к**

верному решению примерно наполовину. Это последняя оценка, которая содержательно учитывается при подведении итогов.

Оценка « \mp » ставится, если решение неверно, но сделан хотя бы один логический шаг в любом верном направлении.

Оценка « $-$ » ставится, если школьник на пути к решению с места не сдвинулся, но упомянул что-то, что на этом пути может пригодиться.

Оценка « $-$ » ставится, если в решении не содержится абсолютно никаких полезных для решения сведений, новых по сравнению с условием (только данные из условия, но переписанные в определённом логическом порядке, могут быть частью верного решения, за что ставится оценка выше, чем « $-$ »).

Одна из основных целей подробной шкалы оценок — «обратная связь» со школьниками — почти все они узнают свои оценки. Поэтому оценки нужно выбирать внимательно, даже тогда, когда выбор не влияет на итоговый результат. По этой же причине нужно оценивать в основном физику (и математику в той мере, в какой она необходима для решения конкретной задачи). Грамматические ошибки **никак не учитываются**. За описки в формулах оценка по возможности ставится « $+$ » (но если это дальше привело к серьёзным проблемам — ставится более низкая оценка, тут ничего не поделаешь). За арифметические ошибки (при верном подходе к решению) в основном ставится « $+$ » или « \pm » в зависимости от серьёзности последствий. Если задача была именно на вычисления и в результате проблем с этими вычислениями получен принципиально неверный ответ — за это обычно ставится « $+/2$ ».

Разумеется, форма записи условия (в том числе отсутствие условия в работе), а также форма записи решения никак не должна влиять на оценку.

За верно угаданный (без дополнительных разъяснений) ответ из двух очевидных возможных вариантов ставится « \mp », из трёх и больше вариантов — « $+/2$ ».

Зачёркнутое верное решение учитывается также, как незачёркнутое.

Особенно внимательно относитесь к «ляпам» младших (≤ 7 класса) школьников, которые только начали учиться физике (или даже ещё не начинали). Не судите их за это строго. Если понятно, что именно хотел сказать ребёнок, и это правильно — ставьте « $+$ ».

Подведение итогов

При подведении итогов учитываются только решения задач своего и старших классов. Оценки за задачи, адресованные более младшим классам, чем класс, в котором учится участник, при подведении итогов никак не учитываются.

Оценка «е» (балл многоборья) ставилась в следующих случаях:

- класс не старше 6 и не менее 1 оценки не хуже $+/2$
- класс не старше 8 и не менее 2 оценок не хуже $+/2$
- класс не старше 10 и не менее 4 оценок не хуже $+/2$
- класс не старше 11 и не менее 1 оценки не хуже \pm
- класс не старше 11 и не менее 4 оценок не хуже $+/2$, среди которых не менее 1 оценки не хуже \pm

Оценка «v» (грамота за успешное выступление в конкурсе по физике) ставилась в следующих случаях:

- класс не старше 6 и не менее 2 оценок не хуже $+/2$
- класс не старше 7 и не менее 1 оценки не хуже \pm
- класс не старше 11 и не менее 2 оценок не хуже \pm

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

Статистика

Приводим статистику решаемости задач конкурса по физике. Эта 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 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 («е»), а также обобщем количестве участников конкурса по физике (количестве сданных работ).

Класс	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	Всего
Всего	0	0	0	8	59	222	1344	2341	2131	1618	1885	9608
«е»	0	0	0	0	7	34	17	754	754	188	271	2025
«v»	0	0	0	4	14	75	506	177	254	25	48	1103

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	0	4	45	147	821	1410	1091	1381	1514
1 задача	0	0	0	4	12	65	445	739	774	209	312
2 задачи	0	0	0	0	2	9	69	181	239	24	51
3 задачи	0	0	0	0	0	1	9	11	27	4	6
4 задачи	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
5 задач	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6 задач	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7 задач	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
8 задач	0	0	0	0	0	0	0	0	0		

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

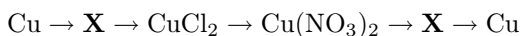
Оценка	Номера задач							
	1	2	3	4	5	6	7	8
+!	4	2	2	1	2	1	0	0
+	782	785	165	23	6	24	43	9
+. .	294	59	70	5	1	9	31	6
±	720	88	380	21	23	37	55	13
+/2	938	79	1013	68	90	90	204	39
±	636	373	1056	457	573	108	346	98
-. .	238	119	547	153	222	39	157	57
-	1751	2585	3132	2509	1600	307	1373	348
0	695	1952	2976	4743	3117	2892	1365	2938
Всего	6058	6042	9341	7980	5634	3507	3574	3508

Конкурс по химии

Задания

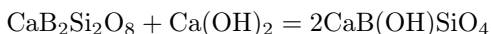
Участникам 8 классов (и младше) предлагается решить 1–2 задачи, участникам 9–11 классов — 2–3 задачи. После номера каждой задачи в скобках указано, каким классам она рекомендуется. Также можно решать задачи старших классов. Решённые задачи класса младше своего не влияют на оценку.

1. (8) Железные опилки смешали с такой же массой серы. Полученную смесь нагрели в тигле без доступа воздуха. Получили тёмно-коричневую массу и охладили её до комнатной температуры. Будет ли эта масса притягиваться магнитом? Ответ объясните.
2. (8–9) В двух баллонах находятся оксид углерода(II) и оксид углерода(IV). Предложите несколько способов определения, в каком баллоне какой газ находится. Приведите, если нужно, уравнения реакций.
3. (8–9) Приведите уравнения реакций, позволяющие осуществить следующие превращения. Определите вещество **X**. Каждая стрелка соответствует одной реакции.

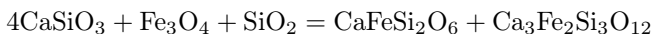


4. (8–11) В раствор, содержащий 4 г сульфата меди, погрузили кадмиевую пластинку. После полного вытеснения меди из раствора масса пластинки уменьшилась на 3%. Определите первоначальную массу пластинки.
5. (8–10) При действии избытка щёлочи на 23 г твёрдого вещества было получено 4,48 л аммиака (н. у.). При прокаливании такого же количества этого вещества образовалось 14,2 г твёрдого остатка, представляющего собой оксид, содержащий 56,34% кислорода. Определите формулу вещества. Приведите уравнения упомянутых реакций.
6. (9–10) Чтобы понять сущность процессов превращения минералов, часто бывает удобно (хотя и не всегда обоснованно) представить их формулы в виде сочетания оксидов (например, $\text{CaO} \cdot \text{CO}_2$ вместо CaCO_3 , $\text{FeO} \cdot \text{Fe}_2\text{O}_3$ вместо Fe_3O_4). Выразите в таком виде, более привычном для химика, следующие превращения.

Переход данбурита в датолит на границе с известняком:



Превращение волластонита, магнетита и кварца в геденбергит и андрадит:

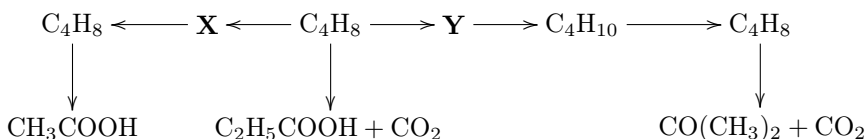


7. (9–11) В закрытый сосуд неизвестного объёма ввели 560 г азота и 16 г водорода. После нагревания до 500 °С в присутствии катализатора в реакцию вступило 75% водорода, и установилось равновесие при давлении 15 атм. Определите объём сосуда.

8. (10–11) Причиной трагедий в угольных шахтах чаще всего являются взрывы смесей метана с воздухом, в которых объёмная доля метана составляет 5–15%. Представляет ли опасность смесь с плотностью 1,225 г/л? (н.у.). При расчёте молярную массу воздуха считать равной 29,0.

Почему взрывоопасны смеси именно такого состава? Предложите объяснение.

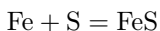
9. (11) Расшифруйте приведённую схему превращений: изобразите структурные формулы всех упомянутых в схеме веществ, напишите уравнения реакций и укажите условия их протекания.



Решения

1. (8) Железные опилки смешали с такой же массой серы. Полученную смесь нагрели в тигле без доступа воздуха. Получили тёмно-коричневую массу и охладили её до комнатной температуры. Будет ли эта масса притягиваться магнитом? Ответ объясните.

Решение. При нагревании смеси железа и серы между ними происходит химическая реакция с образованием сульфида железа



Полученное коричневое вещество — это уже не смесь железа и серы, а новое вещество. Железо присутствует только в виде химического элемента, а простого вещества больше нет, поэтому продукт не будет притягиваться магнитом⁶.

Однако это верно только если железо полностью вступило в реакцию. Но это не обязательно так. Вещества взаимодействуют не в любых, а только в определённых количественных отношениях. По уравнению реакции $\text{Fe} + \text{S} = \text{FeS}$ видно, что один атом железа Fe взаимодействует с одним атомом серы S. Относительная атомная масса железа 56, а серы 32. Это и задаёт количественное отношение при взаимодействии. Так как масса железа, вступающего в реакцию, больше, чем масса серы, а в условии задачи указано, что взяты одинаковые массы, то значит железо прореагирует полностью, а сера останется в избытке. Значит полученный продукт представляет собой смесь FeS и S, а свободного железа там в самом деле нет. Продукт не будет притягиваться магнитом.

Однако остаётся ещё одна возможность, при которой железо прореагирует не полностью. Дело в том, что химические реакции протекают не мгновенно, а с определённой скоростью. Кроме того, чтобы атомы прореагировали между собой, они должны «повстречаться». А если хотя бы один из реагентов — твёрдое вещество, то на это требуется время, а иногда это просто не случается, и вещество может не полностью вступить в реакцию даже если второй реагент присутствует в избытке.

Таким образом, несмотря на сказанное выше, в продукте может остаться непрореагировавшее железо, так что, строго говоря, однозначного ответа на вопрос не существует. А при проверке оценивались все элементы приведённого выше рассуждения.

2. (8–9) В двух баллонах находятся оксид углерода(II) и оксид углерода(IV). Предложите несколько способов определения, в каком баллоне какой газ находится. Приведите, если нужно, уравнения реакций.

Решение. Прежде всего — эти газы ядовиты! Все эксперименты с ними нужно проводить так, чтобы вдыхание газов экспериментатором (и находящимися рядом с ним людьми) было исключено.

Газы можно различить по физическим свойствам. Оба газа без цвета, но угарный газ CO легче воздуха ($M = 28$ г/моль), а углекислый CO₂ — тяжелее ($M = 44$ г/моль). Для использования различия в

⁶Магнитными свойствами обладают все вещества. Но у большинства веществ эти свойства очень слабые, поэтому мы не говорим, что они «притягиваются к магниту».

молекулярной массе необходимо убедиться, что давление в баллонах одинаково, а также сами баллоны тоже должны быть одинаковыми. Но всё равно этот способ не очень удобен для практического применения. Например, для баллонов объёмом 22,4 л, содержащих газы при нормальных условиях, различие в массе составит только 16 г, в то время как масса такого баллона более 10 кг.

Можно схитрить и «налить» газообразный CO_2 в какой-нибудь сосуд. А затем «окунуть» туда мыльный пузырь, надутый газообразным CO (или обычным воздухом — его плотность почти такая же). Если эксперимент выполнить аккуратно, добившись необходимой маленькой массы мыльной плёнки на пузыре и отсутствия перемешивания CO_2 с воздухом в сосуде — пузырь «зависнет» на поверхности раздела CO_2 и воздуха. Если же поменять газы местами — этот эффект наблюдаться не будет.

Гораздо удобнее использовать для определения газов их химические свойства. CO является несолеобразующим оксидом, очень малоактивным в химическом отношении, но при определённых условиях может выступать восстановителем и образовывать комплексы с металлами. Кроме того, CO горит на воздухе. CO_2 проявляет кислотные свойства.

Проще всего определить, где какой газ, при помощи различий в кислотно-основных свойствах.

При пропускании углекислого газа через раствор гидроксида кальция раствор мутнеет ($\text{CO}_2 + \text{Ca}(\text{OH})_2 = \text{CaCO}_3 \downarrow + \text{H}_2\text{O}$), в то время как угарный газ с $\text{Ca}(\text{OH})_2$ не взаимодействует и раствор остаётся прозрачным.

Также газы можно пропустить через обычную воду. CO_2 при растворении образует угольную кислоту, что можно легко определить при помощи индикатора. CO с водой не реагирует, соответственно, при пропускании газа через воду кислотность раствора изменяться не будет.

В определённых случаях CO_2 может реагировать с магнием при высоких температурах $2\text{Mg} + \text{CO}_2 = 2\text{MgO} + \text{C}$, выступая как окислитель, т. е. поддерживая горение магния. Но в большинстве случаев CO_2 , например, в реакции с древесиной, не может выступать окислителем, т. е. горение не поддерживает, и зажжённая лучина (свеча, спичка), внесённая в струю или атмосферу CO_2 , гаснет. Но и CO , имеющий более низкую степень окисления углерода, чем в CO_2 , тем более не может выступать окислителем и поддерживать горение, поэтому горящий предмет погаснет, если его внести в струю газа из обоих баллонов, т. е. этот способ нельзя использовать для различения газов. CO участвует в реакции горения в качестве восстановителя, окисляясь кислоро-

дом: $2\text{CO} + \text{O}_2 = 2\text{CO}_2$. А CO_2 с кислородом не реагирует.

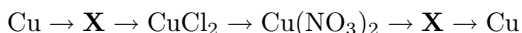
Существуют реакции, в которые вступает CO и не вступает CO_2 . Например при нагревании и высоком давлении CO образует координационные комплексы с некоторыми переходными металлами, которые называются карбонилами ($\text{Ni}(\text{CO})_4$, $\text{Fe}(\text{CO})_5$), но из-за сложности проведения использовать эти реакции для различения двух газов затруднительно.

CO взаимодействует с хлором при облучении светом, образуя ядовитый газ фосген. CO_2 с хлором не взаимодействует. Формально это позволяет различить два газа, но поскольку такая реакция приводит к образованию чрезвычайно ядовитого соединения, как способ определения газов её использовать нельзя.

Эти газы также обладают различным физиологическим действием. Угарный газ CO сильно токсичен, связывается с гемоглобином, препятствуя переносу кислорода в организме, отравление наступает уже при содержании 0,08% CO в воздухе. Углекислый газ гораздо менее токсичен, в малых количествах он даже необходим живым организмам, т. к. участвует во многих физиологических процессах, и признаки отравления наблюдаются только при концентрации CO_2 в воздухе более 5% и во многом объясняются недостатком кислорода. Поэтому, добавив небольшое количество (менее 1%) этих газов из баллонов в дыхательную смесь для лабораторных животных, можно по признакам отравления определить CO , но при наличии гораздо более простых и гуманных способов, вряд ли его можно считать применимым на практике⁷.

Все перечисленные (и близкие к ним) способы оценивались в зависимости от подробности описания принципа, на котором основан способ, наличия химической реакции и критерия отличия одного газа от другого.

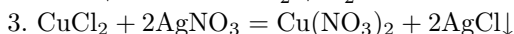
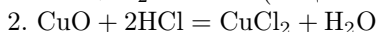
3. (8–9) Приведите уравнения реакций, позволяющие осуществить следующие превращения. Определите вещество **X**. Каждая стрелка соответствует одной реакции.



Решение. Вещество **X** — это оксид меди CuO .

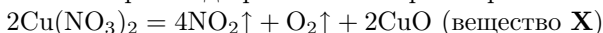
⁷К тому же реальная клиническая картина отравления CO часто оказывается очень сложной и смазанной. У пострадавших на пожаре или на производстве эти отравления далеко не всегда распознаются сразу, первые характерные симптомы могут проявляться через несколько часов и более.

Реакции можно записать следующим образом.



(Применение именно соли серебра принципиально, так как в этом случае один из продуктов — хлорид серебра — выпадает в осадок, а второй остаётся в растворе в индивидуальном виде и может быть из раствора выделен. Если осадок не выпадает, например в случае реакции $\text{CuCl}_2 + \text{NaNO}_3$, то реакция фактически не идёт, а раствор содержит смесь четырёх ионов: Cu^{2+} , Cl^- , Na^+ и NO_3^- .)

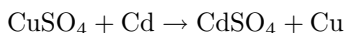
4. Нитрат меди разлагается при нагревании:



5. Восстановление при нагревании $\text{CuO} + \text{H}_2 = \text{Cu} + \text{H}_2\text{O}$

4. (8–11) В раствор, содержащий 4 г сульфата меди, погрузили кадмиевую пластинку. После полного вытеснения меди из раствора масса пластинки уменьшилась на 3%. Определите первоначальную массу пластинки.

Решение. Поскольку кадмий стоит левее меди в электрохимическом ряду активности металлов, он вытесняет медь из раствора по следующей реакции:



Масса пластинки в ходе этой реакции уменьшилась на массу перешедшего в раствор кадмия и увеличилась на массу меди, перешедшей на пластинку из раствора. По уравнению реакции количество молей кадмия и меди одинаково.

$$m(\text{CuSO}_4) = 4 \text{ г}; \quad M(\text{CuSO}_4) = 160 \text{ г/моль}$$

$$\nu(\text{CuSO}_4) = \nu(\text{Cu}) = \nu(\text{Cd}) = \frac{4 \text{ г}}{160 \text{ г/моль}} = 0,025 \text{ моль}$$

$$m(\text{Cu}) = \nu(\text{Cu})M(\text{Cu}) = 0,025 \text{ моль} \cdot 64 \text{ г/моль} = 0,025 \cdot 64 \text{ г}$$

$$m(\text{Cd}) = \nu(\text{Cd})M(\text{Cd}) = 0,025 \text{ моль} \cdot 112 \text{ г/моль} = 0,025 \cdot 112 \text{ г}$$

Обозначим первоначальную массу раствора за x , после завершения реакции масса раствора составила $(1 - 0,03)x = 0,97x$, тогда

$$x + m(\text{Cd}) - m(\text{Cu}) = 0,97x$$

$$x = \frac{m(\text{Cd}) - m(\text{Cu})}{1 - 0,97} = \frac{0,025 \cdot 112 - 0,025 \cdot 64}{0,03} \text{ г} = \frac{0,025 \cdot 48}{0,03} \text{ г} = 40 \text{ г}$$

5. (8–10) При действии избытка щёлочи на 23 г твёрдого вещества было получено 4,48 л аммиака (н. у.). При прокаливании такого же количества этого вещества образовалось 14,2 г твёрдого остатка, представляющего собой оксид, содержащий 56,34% кислорода. Определите формулу вещества. Приведите уравнения упомянутых реакций.

Решение. Химические реакции, приведённые в задаче, заставляют предположить, что неизвестное вещество — соль аммония. Так как при разложении выделилось 0,2 моля аммиака, то можно предположить, что исходное количество соли также составляет 0,2 моль (это верно, если молекула соли содержит один катион аммония). Тогда молярная масса соли равна $23 \text{ г} : (0,2 \text{ моль}) = 115 \text{ г/моль}$.

Твёрдый остаток, полученный при прокаливании, таким образом — кислотный оксид. Так как мы не знаем степень окисления элемента в оксиде, то, чтобы однозначно установить его формулу, придётся перебрать несколько вариантов.

Обозначим неизвестный элемент символом X, а его относительную атомную массу — буквой x . Напомним, относительная атомная масса кислорода равна 16.

Начнём со степени окисления +3, так как кислотных оксидов со степенью окисления элемента +1 или +2 не существует. Запишем формулу оксида как X_2O_3 . Тогда массовая доля кислорода в этом оксиде составляет

$$\frac{16 \cdot 3}{16 \cdot 3 + 2x} = 0,5634.$$

Отсюда $x \approx 18,6$. Трёхвалентного элемента с такой атомной массой нет.

Теперь предположим, что степень окисления элемента в оксиде составляет +4. Тогда формула оксида будет XO_2 , а уравнение будет иметь вид:

$$\frac{16 \cdot 2}{16 \cdot 2 + x} = 0,5634.$$

Отсюда $x \approx 24,8$. Четырёхвалентного элемента с такой атомной массой нет.

Пусть степень окисления элемента +5, а формула оксида X_2O_5 . Тогда

$$\frac{16 \cdot 5}{16 \cdot 5 + 2x} = 0,5634.$$

Отсюда $x \approx 31,0$. Такой элемент есть, это фосфор, а формула оксида — P_2O_5 .

Чтобы убедиться, что это единственное решение, проверим вариант элемента со степенью окисления +6. Оксид XO_3 ,

$$\frac{16 \cdot 3}{16 \cdot 3 + x} = 0,5634,$$

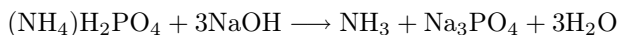
тогда $x \approx 37,2$. Таких элементов нет.

Таким образом⁸, мы нашли единственный оксид, удовлетворяющий условию, это P_2O_5 . Масса полученного оксида 14,2 г, это составляет $14,2/(62 + 90) = 0,1$ моль.

Исходная соль — это один из фосфатов аммония: $(NH_4)_3PO_4$, $(NH_4)_2HPO_4$, $(NH_4)H_2PO_4$.

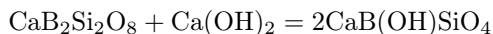
Так как соль содержит одну фосфатную группу на один ион аммония (0,1 моль P_2O_5 образуется из 0,2 моль фосфатных групп PO_4^{3-}), то это дигидрофосфат аммония $(NH_4)H_2PO_4$. Его относительная молярная масса действительно 115.

Таким образом, уравнения упомянутых реакций:

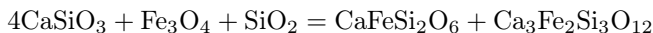


6. (9–10) Чтобы понять сущность процессов превращения минералов, часто бывает удобно (хотя и не всегда обоснованно) представить их формулы в виде сочетания оксидов (например, $CaO \cdot CO_2$ вместо $CaCO_3$, $FeO \cdot Fe_2O_3$ вместо Fe_3O_4). Выразите в таком виде, более привычном для химика, следующие превращения.

Переход данбурита в датолит на границе с известняком:



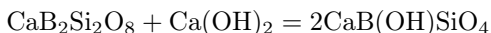
Превращение волластонита, магнетита и кварца в геденбергит и андрадит:



⁸Можно было провести перебор более рационально, заметив, что если степень окисления элемента в оксиде равна n , то массовая доля кислорода в этом оксиде составляет

$$\frac{16n}{16n + 2x} = 0,5634, \quad \text{откуда} \quad \frac{x}{n} = \frac{16}{2} \cdot \frac{1 - 0,5634}{0,5634} \approx 6,19950 \dots \approx 6,2.$$

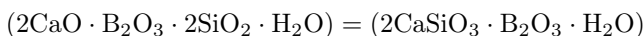
Решение. Первая реакция



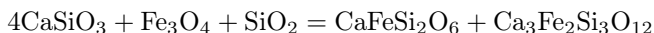
Прежде всего можно записать гидроксид кальция в виде $\text{CaO} \cdot \text{H}_2\text{O}$. Реакция выглядит так⁹:



Данбурит представляет собой боросиликат кальция, он содержит только одну молекулу основного оксида и избыточное количество кислотных оксидов. Можно условно считать его солью, содержащей дополнительное количество кислотного оксида. Датолит уже содержит больше CaO , но кислотный оксид по-прежнему в избытке:



Вторая реакция:



Исходное вещество — силикат кальция CaSiO_3 — состоит из равного количества молекул основного и кислотного оксида: $\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2$.

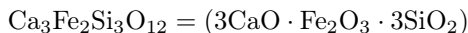
Второе исходное вещество Fe_3O_4 представляет собой смешанный оксид железа, содержащий атомы железа как в степени окисления +2, так и +3 — $\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot \text{FeO}$.

Железо(II) попадает в один из продуктов реакции:

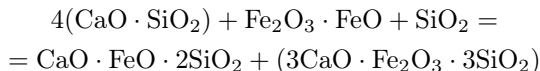


В этом случае кислотные и основные оксиды присутствуют в стехиометрическом отношении, то есть геденбергит — двойная соль $\text{CaSiO}_3 \cdot \text{FeSiO}_3$.

Атом железа Fe(III) попадает во второй продукт:



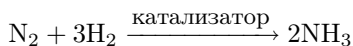
Вся реакция:



⁹Формула $(2\text{CaO} \cdot \text{B}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2 \cdot \text{H}_2\text{O})$ заключена в скобки с целью избежать ошибочного понимания первой цифры «2» как коэффициента в уравнении реакции, а не как составной части формулы. Далее используются аналогичные обозначения.

7. (9–11) В закрытый сосуд неизвестного объёма ввели 560 г азота и 16 г водорода. После нагревания до 500 °С в присутствии катализатора в реакцию вступило 75% водорода, и установилось равновесие при давлении 15 атм. Определите объём сосуда.

Решение. Реакция протекает по схеме



До начала реакции в смеси было $\frac{560 \text{ г}}{28 \text{ г/моль}} = 20$ моль азота N_2 и $\frac{16 \text{ г}}{2 \text{ г/моль}} = 8$ моль водорода H_2 . По условию в реакцию вступило 75% водорода, т. е. прореагировало 6 моль водорода, и по уравнению реакции втрое меньше азота (2 моль), аммиака образовалось 4 моль. Таким образом, после завершения реакции в сосуде находится 18 моль непрореагировавшего азота, 2 моль непрореагировавшего водорода и 4 моль образовавшегося аммиака, всего $\nu = 24$ моль молекул газов.

Найдем объём V этой смеси при заданных условиях по уравнению Менделеева-Клапейрона. Учтём, что температура T , соответствующая 500 °С, в градусах Кельвина составляет $T = (500 + 273,15) \text{ К} = 773,15 \text{ К}$, а единица давления «1 атмосфера» — это 101325 Па. В уравнение также входит универсальная газовая постоянная $R = 8,314 \text{ Дж}/(\text{моль} \cdot \text{К})$

$$pV = \nu RT,$$

откуда

$$V = \frac{\nu RT}{p} = \frac{24 \text{ моль} \cdot 8,314 \frac{\text{Дж}}{\text{моль} \cdot \text{К}} \cdot 773,15 \text{ К}}{15 \cdot 101325 \text{ Па}} \approx 0,101503 \text{ м}^3 \approx 101,5 \text{ л}$$

Школьники, которые не помнят (или не проходили) уравнение Менделеева-Клапейрона или каких-то необходимых для расчёта величин, могли рассуждать по-другому.

При нормальных условиях (температура $T_0 = 0 \text{ °С} = 273,15 \text{ К}$ и давление $p_0 = 1 \text{ атм}$) объём $\nu = 24$ моль газа равен $V_0 = \nu \cdot 22,4 \text{ л/моль}$. Чтобы давление газа увеличилось в $N = 15$ раз, газ нужно «нагреть» до температуры T и «сжать» до объёма V так, чтобы

$$\frac{T}{T_0} \cdot \frac{V_0}{V} = N = 15$$

Отсюда

$$V = \frac{T}{T_0} \cdot \frac{V_0}{N} = \frac{773,15 \text{ К}}{273,15 \text{ К}} \cdot \frac{24 \text{ моль} \cdot 22,4 \text{ л/моль}}{15} = 101,445 \text{ л}$$

8. (10–11) Причиной трагедий в угольных шахтах чаще всего являются взрывы смесей метана с воздухом, в которых объёмная доля метана составляет 5–15%. Представляет ли опасность смесь с плотностью 1,225 г/л? (н.у.). При расчёте молярную массу воздуха считать равной 29,0.

Почему взрывоопасны смеси именно такого состава? Предложите объяснение.

Решение. Рассчитаем содержание метана (относительная молярная масса 16) в смеси с плотностью 1,225 г/л.

Примем долю метана в смеси за x . Тогда доля воздуха $(1 - x)$.

Относительная молярная масса газовой смеси может быть записана в виде

$$M_r = 16x + 29(1 - x)$$

Так как 1 моль газа при н. у. занимает объём 22,4 л, то плотность газа в г/л равна частному от деления относительной молярной массы на 22,4

$$\frac{16x + 29(1 - x)}{22,4} = 1,225$$

Отсюда

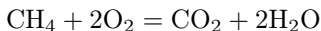
$$29 - 13x = 1,225 \cdot 22,4 = 27,44$$

$$13x = 29 - 27,44 = 1,56$$

$$x = 1,56/13 = 0,12$$

Содержание метана в смеси составляет 12%, эта величина попадает в интервал взрывоопасности, значит такая смесь взрывоопасна.

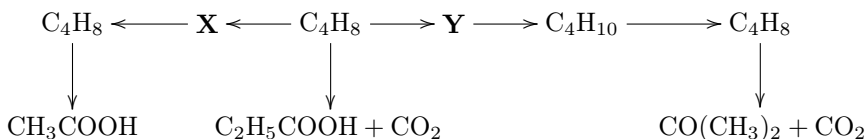
Уравнение сгорания метана записывается в виде



Видно, что для сгорания 1 моля метана требуется 2 моля кислорода. Так как содержание кислорода в воздухе — около 20%, а для газов молярная доля соответствует объёмной доле, то можно сказать, что на сгорание 1 объёма метана требуется 10 объёмов воздуха (соответствующее

содержание метана $1/(10 + 1) \approx 9\%$). Эта величина как раз и находится в середине взрывоопасного интервала. Таким образом, смеси такого состава взрывоопасны, так как соотношение кислорода и метана в них близко к стехиометрическому. При более высоком содержании метана на его сгорание не хватает кислорода. Если метана меньше, то смесь будет слишком разбавленной, и горение не приведёт к взрыву.

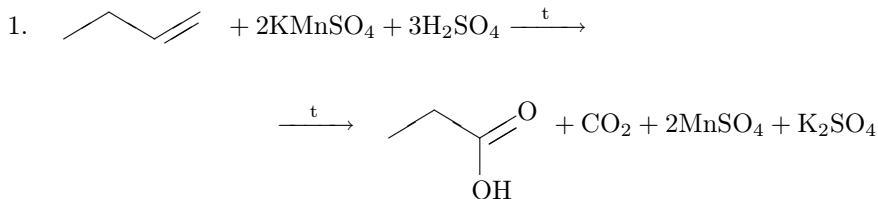
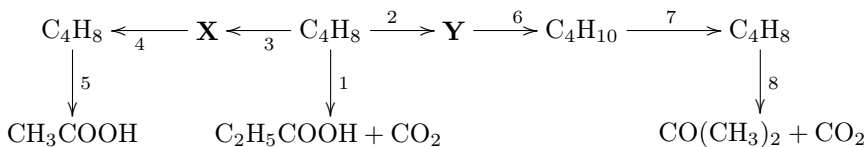
9. (11) Расшифруйте приведённую схему превращений: изобразите структурные формулы всех упомянутых в схеме веществ, напишите уравнения реакций и укажите условия их протекания.

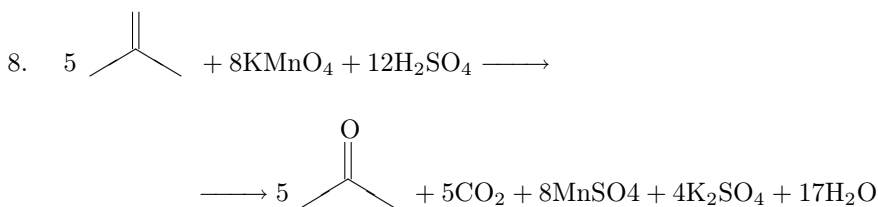
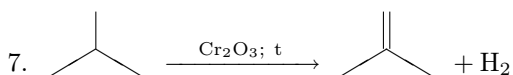
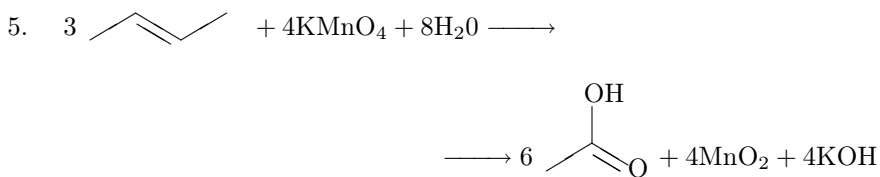
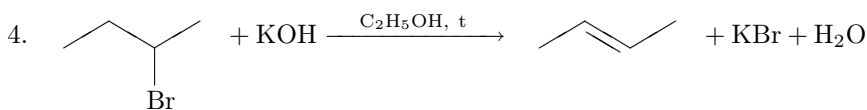
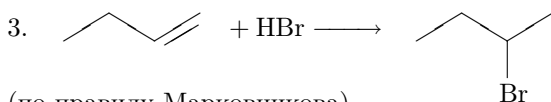
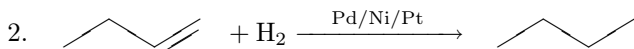


Решение. Неизвестные вещества.



Уравнения реакций. Воспроизведём схему реакций из условия, отметив каждую реакцию соответствующим номером, и затем перечислим все реакции под этими номерами.





Пояснение для школьников, ещё не изучавших органическую химию.
В структурных формулах органических соединений для упрощения записи можно не обозначать атомы углерода (С) и водорода (Н) в случаях, когда их наличие однозначно определяется окружающими элементами формулы. Так, подразумевается, что атомы углерода расположены во всех местах разветвления, изгиба и на концах линий, обозначающих химические связи (если только в таком месте явно не обозначен другой атом). Кроме того, предполагается, что к каждому такому атому углерода присоединено столько атомов водорода, чтобы общее количество химических связей (в сумме обозначенных и необозначенных) этого атома углерода было равно 4.

Критерии оценивания и награждения

Задача 1.

Образование нового вещества FeS — 2 балла

Расчёт избытка-недостатка, пояснения и вывод — 8 баллов

Всего 10 баллов.

Задача 2.

Каждый способ определения — до 4 баллов

(Если описан порядок действий и написано уравнение реакции при необходимости)

Задача 3.

Вещество X = CuO — 2 балла

Правильно составленные уравнения реакций (по порядку):

(1 + 1 + 3 + 3 + 2) баллов

Всего 12 баллов.

Задача 4.

Уравнение реакции — 2 балла

Расчёт и ответ — 10 баллов

Всего 12 баллов.

Задача 5.

Вещество — дигидрофосфат аммония.

Соль аммония — 1 балл

Расчёт её молярной массы — 2 балла

Идентификация оксида P₂O₅ — 4 балла

Формула соли — 3 балла

Уравнения реакций — 2 балла
Всего 12 баллов.

Задача 6.

Первая реакция:
расшифровка исходных веществ — $2 + 1 = 3$ балла
продукт — 2 балла
Вторая реакция:
исходное вещество — 1 балл
продукты — $2 + 2$ балла
Всего 10 баллов.

Задача 7.

Реакция — 1 балл
Состав смеси при равновесии — 4 балла
Расчёт объёма и ответ — 3 балла
Всего 8 баллов.

Задача 8.

Расчёт состава смеси — 4 балла
Пояснение — до 4 баллов
Всего 8 баллов.

Задача 9.

Структурные формулы веществ C_4H_8 и C_4H_{10} — по 1 баллу (всего 4)
Вещества X и Y — по 2 балла (всего 4)
Реакции по горизонтальным стрелкам (при наличии условий проведения) — по 2 балла (всего 10), без условий — по 1 баллу
Реакции окисления с реальным окислителем — по 3 балла (всего 9)
Схемы окисления с O в квадратных скобках — по 1 баллу (всего 3)
Всего до 27 баллов.

При награждении учитывалась сумма баллов по всем заданиям, количество решённых задач, а также класс, в котором учится участник. В случае различных результатов по критериям суммы баллов и критериям количества решённых задач выбирался лучший результат.

Во всех случаях были учтены результаты по задачам своего и старших классов, результаты по задачам младших классов на оценку не влияли.

Критерии по сумме баллов. Оценки e и v ставились в соответствии с таблицей (нужно было набрать сумму баллов не менее указанной в таблице).

Класс	е (балл многоборья)	v (грамота)
5 и младше	1	1
6	1	2
7	1	2
8	2	3
9	2	9
10	6	12
11	10	21

Критерии по количеству решённых задач. Оценки е и v ставились в соответствии с таблицей (нужно было решить не менее указанного количества задач)

Класс	е (балл многоборья)	v (грамота)
5 и младше	1	1
6	1	1
7	1	1
8	1	1
9	1	2
10	2	2
11	2	3

Решённые задачи (обозначены знаком (+) в результатах проверки) определялись по количеству выставленных баллов в соответствии с таблицей.

Номер задачи	Максимум баллов по критериям	Задача считается решённой, если выставлено баллов не менее
1	10	4
2	не определено	6
3	12	6
4	12	8
5	12	8
6	10	8
7	8	6
8	8	4
9	27	16

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

Статистика

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 // количество участников								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
–	73	1502	842	2575	3413	1505	2945	1360	319
0	823	662	652	552	242	395	266	428	358
1	127	196	140	40	44	118	177	79	67
2	102	138	194	653	15	131	112	73	96
3	7	82	144	132	8	98	58	31	47
4	2	80	165	565	16	109	55	131	52
5	1	11	199	5	3	64	24	12	27
6	0	22	208	20	6	109	56	57	51
7	3	7	52	4	4	61	13	10	14
8	1	2	49	46	6	87	133	36	36
9	0	4	18	0	3	56			12
10	0	4	21	50	10	152			41
11		1	7	2	0				7
12		0	16	154	9				12
13		0							6
14		0							10
15		1							21
16		0							14
17		0							6
18		0							7
19		0							3
20		0							16
21		0							9
22		0							3
23		0							1
24		0							2
25		0							8
26		0							1
27		0							7
Всего	1066	1210	1865	2223	366	1380	894	857	877

Сведения о распределении суммы баллов по классам.

Сумма	Классы // количество участников											Всего
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	
0	0	1	0	2	11	42	94	654	385	314	173	1676
1	v 0	v 0	v 0	v 0	v 1	e 1	e 10	126	128	44	37	347
2	0	0	0	0	0	v 2	v 14	e 76	e 134	108	104	438
3	0	0	0	0	0	2	6	v 18	107	61	50	244
4	0	0	0	0	0	3	3	20	141	106	87	360
5	0	0	0	0	0	0	3	10	116	40	54	223
6	0	0	0	0	0	1	5	22	132	e 61	51	272
7	0	0	0	0	0	0	1	8	84	36	22	151
8	0	0	0	0	0	1	0	3	81	35	32	152
9	0	0	0	0	0	0	1	2	v 60	35	25	123
10	0	0	0	0	0	0	0	2	53	44	e 21	120
11	0	0	0	0	0	0	3	3	31	17	20	74
12	0	0	0	0	0	0	0	3	33	v 42	26	104
13	0	0	0	0	0	0	0	0	32	20	21	73
14	0	0	0	0	0	0	0	0	32	26	23	81
15	0	0	0	0	0	0	0	1	13	8	15	37
16	0	0	0	0	0	0	0	0	25	11	13	49
17	0	0	0	0	0	0	0	0	16	10	16	42
18	0	0	0	0	0	0	0	1	17	11	27	56
19	0	0	0	0	0	0	0	1	11	14	16	42
20	0	0	0	0	0	0	0	0	13	7	12	32
21	0	0	0	0	0	0	0	0	9	9	v 6	24
22	0	0	0	0	0	0	0	1	8	7	8	24
23	0	0	0	0	0	0	0	0	6	5	7	18
24	0	0	0	0	0	0	0	1	7	4	12	24
25	0	0	0	0	0	0	0	0	1	4	8	13
25	0	0	0	0	0	0	0	0	1	4	8	13
26	0	0	0	0	0	0	0	1	5	0	13	19
27	0	0	0	0	0	0	0	0	3	1	7	11
28	0	0	0	0	0	0	0	0	1	7	9	17
29	0	0	0	0	0	0	0	0	6	2	7	15
30	0	0	0	0	0	0	0	0	5	3	7	15
31	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	7	8
32	0	0	0	0	0	0	1	0	0	3	6	10

33	0	0	0	0	0	0	0	0	3	2	1	6
34	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2	2	5
35	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	6	10
36	0	0	0	0	0	0	0	0	2	1	6	9
37	0	0	0	0	0	0	0	0	3	1	4	8
38	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9	9
39	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	6
40	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2
> 40	0	0	0	0	0	0	0	0	2	10	21	33

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

Сведения о количестве школьников по классам, получивших грамоту по химии («v»), получивших балл многоборья («е»), 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	1	0	2	12	52	141	953	1707	1115	999	4982
«е»	0	0	0	0	0	1	24	76	297	228	210	836
«v»	0	0	0	0	1	9	23	97	399	214	154	897

Конкурс по истории

Вопросы и задания

Все задания адресованы школьникам всех классов: каждый может выбрать те, которые ему по вкусу и по силам; достаточно выполнить хорошо (не обязательно полностью) **2 задания** из первых десяти или верно указать хотя бы **10 ошибок** в заданиях 11 или 12 (нужно составить список указанных в текстах событий (фактов), которые на самом деле происходили или **не тогда**, или **не там**, или **не так**, и объяснить, как, где и с кем они происходили — или почему их вообще не могло быть).

Задания, отмеченные звёздочкой (*), жюри считает сравнительно более сложными; оцениваться они также будут выше.

1. 2009 год объявлен Международным годом Астрономии. Какие замечательные открытия в этой науке были сделаны 400 лет назад? Кто и где их сделал? Попробуйте отправиться в ту эпоху на Машине Времени и взять интервью у одного из героев-первопроходцев. О чём Вы хотите его спросить? О чём он, вероятно, спросит Вас — и что Вы сможете ему ответить?

2. Триста лет назад состоялась Полтавская битва. Сто лет спустя прогремела битва при Ваграме. Сравните эти два сражения. Кто против кого там сражался? Чем различалось вооружение, численность и тактика войск? Сколь долго ощущались последствия этих двух сражений? Сколько лет победители этих битв оставались непобеждёнными?

3. Перечислите важнейшие события, происходившие в разных странах, пока римским папой был Иннокентий 3. Какие из этих событий были взаимосвязаны и имели последствия, ощутимые через много лет?

4. Говорят, что в 14–15 веках на Земле не было ни одного халифа — хотя они были прежде, и вновь появились в 16 веке. Как и почему это могло случиться? Назовите самых знаменитых халифов — по одному из разных династий. Чем они прославились?

5. (*) Среди египетских фараонов случались удачливые иноплеменники. Назовите нескольких из них — по одному из каждого народа. В какие века они правили? Кого из них можно считать самым знаменитым — и за что?

6.(*) Допустим, что историк Сыма Цянь в конце жизни получил полную информацию о своих современниках в Европе и на Ближнем Востоке. Кто из этих деятелей покажется историку наиболее интересным — и почему так? Кого из тогдашних героев Средиземноморья Сыма Цянь мог бы успешно сравнить с хорошо знакомыми ему деятелями китайской истории?

7. Жили-были два правителя: Акáмапíчтли и Мánко Кáпак. Где и когда они жили, чем прославились? Кто был их современником в России, в Англии, Франции или в Китае?

8.(*) Кого из героев Великой Отечественной войны, проявивших себя летом 1941 года, Вы можете назвать по именам и описать их подвиги? Какие последствия этих подвигов ощущались до конца 1941 года, и какие — до конца войны?

9.(*) Князь Александр Невский был канонизован как святой ещё в 13 веке. Напротив, князь Дмитрий Донской был канонизован лишь в конце 20 века. Как можно объяснить эту разницу?

10.(*) «Безусловно запрещается достойное осуждения искусство злодеев, именуемых математиками». Кто и когда впервые издал указ такого содержания? Против кого он был направлен в те годы? Кто стал бы естественной жертвой такого указа в наши дни? Какие печатные издания заслуженно пострадали бы от такой цензуры? Чего больше она принесла бы сейчас: пользы или вреда?

11. Найдите исторические ошибки в тексте.

Когда пал Карфаген

15 марта 400 года от Основания Республики в лагерь Луция Корнелия Сципиона прибыл тайный гонец из Рима. Послание состояло из одной фразы: Carthaginem Delendam Esse. Лаконичный стиль ясно указывал на автора приказа: это Гай Тиберий Катон, принцепс Сената и лютый враг древнего Карфагена. Он давно мечтает уничтожить столицу Африки, которая осталась единственной соперницей Рима в Средиземноморье после покорения Македонии Сципионом Старшим. И вот теперь неукротимый Катон сумел навязать сенату свою волю. Очень жаль! Ещё дед Луция Сципиона, победив Ганнибала, постарался сохранить экономику Карфагена — главной африканской житницы. Пусть цунийские пахари поставляют в Рим зерно, конкурируя с египтянами! Так и цены ниже будут, и плебеи поспокойнее станут.

А то они выбрали трибуном экстремиста Суллу: тот хочет устроить в Риме очередную революцию, разделить земли патрициев среди плебеев. Те уж давно составляют большинство в римском войске: такая армия способна разогнать сенат, переизбрать консулов! Сципион за себя не боится: солдаты его любят. А вот Катону не сносить головы: неужели старый аристократ этого не понимает? Подавив пять лет назад заговор Катилины, Катон возомнил себя гением — избранником богов. На самом деле боги лишь погубили Катилину, лишив его разума: мятежник объявил себя царём Рима. И этим поставил себя вне закона. Все офицеры тут же покинули лагерь Катилины — и тому пришлось заколоть себя, чтобы его не распяли на кресте. Похоже, что сейчас Катон готовит себе сходную участь. Стоит ли Сципиону спасти того, кого осудила Судьба? Пожалуй, не стоит. А вот Карфаген жаль: консул Сципион не вправе нарушить явный приказ сената! Только бы Сулла не обиделся на Сципиона за это рвение. Как бы лучше перед ним извиниться?

А вот как: надо предложить Сулле основать на руинах Карфагена новую римскую колонию! Заселить её голодными римскими плебеями, пополам с победоносными солдатами Сципиона! Тогда покоритель Карфагена станет наместником обновлённой римской Африки — а хитроумный Сулла пусть властвует в Риме, как хочет. Пусть хоть диктатором себя объявит, хоть понтификом! Зато Сципион будет пожизненным владыкой Африки — как Серторий стал владыкой Испании в пору войн с Ганнибалом. Но тогда Серторию не повезло: он не сумел основать династию императоров, независимых от сената. Быть может, теперь Сципиону в Африке повезёт больше, чем Сулле в Италии? Да исполнится воля богов!

Она исполнилась через 20 лет — когда умирающий Публий Сулла отрёкся от власти в пользу молодого трибуна Юлия Цезаря. Тот был зятем могучего Сципиона, покорителем Галлии, и считался потомком Афины Победительницы. Что ещё нужно, чтобы основать императорскую династию? Нужно много везения, которого вовсе не было у старика Катона и которого нехватило славному воеводе Сципиону или буйному трибуну Сулле. Проницательный историк Гней Полибий первый понял это обстоятельство и описал положение дел в своей книге «О Карфагенской войне». Эта книга стала главным учебником Истории для первых поколений имперских римлян. С тех пор принято считать Цезаря избранником Судьбы — меж тем как Ганнибал, Сципион и Сулла считаются лишь избранниками богов, а Катон с Катилиной ославлены неудачниками. Иные люди считают сей приговор несправедливым; но что значит людское мнение перед волей Судьбы, выраженной в событиях?

12. Найдите исторические ошибки в тексте.

Звёздный час Макиавелли

Первого мая 1510 года во Флоренцию примчался гонец из Рима с давно ожидаемой вестью: ненавистный папа Александр 3 Борджиа наконец умер! Папу отравил его родной сын — Цезарь Борджиа, которому отец отказался пожаловать корону Ломбардии. Разве может человек с именем Цезарь прозябать всю жизнь в родном герцогстве Урбино? Сейчас Цезарь захватил власть в Риме; завтра он попробует овладеть всей Италией, если его не остановит Флорентийская лига городов-республик. Нужно срочно слать гонцов в Геную, Мантую, Болонью и Венецию: пусть местные патриции развяжут кошельки и вооружат своих бедных сограждан! Коалиция северных демократов может и должна остановить очередного римского тирана, как их деды в прошлом веке остановили армию Иннокентия 3 в битве при Леньяно. Тогда демократов позвал на подвиг великий поэт Данте; сейчас это должен сделать историк Томазо Макиавелли. Ради спасения родины государственному секретарю придётся отложить в долгий ящик сочинения Фукидида и Плутарха, помириться с властным олигархом Медичи — и даже с неистовым проповедником Савонаролой.

Трудно будет наладить такой союз! Ведь в Савонаролу вселился неукротимый дух чешского еретика Гуса. Вслед ему, фра Джузеппе призывает толпу к разделу церковных богатств, к общему крестовому походу против турок, к освобождению Константинополя и святой Софии от мусульман. Напротив, синьор Лоренцо стремится лишь объединить Италию вокруг Флоренции. Но для этого нужно взять под контроль Рим — не на день и не на год, а на многие десятилетия! Этой цели можно достичь, только утвердив в Риме династию флорентийских пап — хотя бы из дома Медичи. Первым папой в этом ряду мог бы стать кардинал Джованни — младший брат Лоренцо Великолепного. Флорентийцы дружно поддержат своего кардинала; но согласятся ли с таким выбором кардиналы Франции и Испании?

Французов уговорить легче: этому поможет великий Леонардо да Винчи, недавно ставший придворным художником Карла 7 Валуа. Хитроумный Макиавелли подружился с будущим гением живописи ещё в молодые годы — когда оба они были студентами в Болонье, слушали там лекции Доменико Кардано и Сильвио Пикколomini.

А чего хотят испанцы во главе с кардиналом Хименесом — духовником короля Филиппа? Им важен Новый Свет, только что открытый Колумбом и Магелланом. Попадёт ли он весь под власть Испании —

или часть новых земель достанется Франции и Португалии? В этом вопросе решающий голос принадлежит папе, а не юному германскому императору Карлу. Если клан Медичи обещает испанцам всю Америку, то испанская церковь поддержит Джованни Медичи на скорых папских выборах. Немцы, конечно, обидятся на это; но авось дело как-нибудь обойдётся!

Дерзкий расчёт Макиавелли оказался точен. Быстрый марш ополчения северных коммун на Рим застал Цезаря Борджиа врасплох. Кардиналы не поддержали отцеубийцу, и пришлось ему бежать в родовой замок Урбино, а оттуда — за море, к султану Сулейману. Джованни Медичи, избранный папой почти единогласно, принял тронное имя Юлий — чтобы показать всем христианам, что он истинный наследник величайшего из древних римлян. Король Филипп Испанский помирился с Карлом Французским, заранее уступив ему те земли в Америке, которые лежат к северу от широты Пиренеев.

Немцев такой делёж не устроил: монахи августинцы учинили бунт в Виттенберге, отказались признать Юлия 2 законным папой. Лидер этого бунта — Мартин Лютер, немецкий аналог Савонаролы, положил начало первому расколу в католической церкви. А флорентийский политик Макиавелли вернулся к своим историческим штудиям. Через 10 лет он опубликовал во Флоренции книгу «Спор с Полибием», основанную в равной мере на трудах греческих классиков и на событиях своей бурной эпохи, на которые великий флорентиец сумел так удачно повлиять.

Ответы, решения и комментарии

1. 2009 год объявлен Международным годом Астрономии. Какие замечательные открытия в этой науке были сделаны 400 лет назад? Кто и где их сделал? Попробуйте отправиться в ту эпоху на Машине Времени и взять интервью у одного из героев-первопроходцев. О чём Вы хотите его спросить? О чём он, вероятно, спросит Вас — и что Вы сможете ему ответить?

Вероятные вопросы Кеплера или Галилея могут быть такими¹⁰:

1. Правда ли, что все звёзды похожи на Солнце? Есть ли у них планеты?

2. Какая сила привязывает планеты к Солнцу? Совпадает ли она с электрическим или магнитным притяжением?

¹⁰Подробнее об исторических событиях, связанных с Международным годом Астрономии, см. комментарий к вопросу № 1 по астрономии и наукам о Земле, стр. 135.

3. Какова разница между планетами и кометами?
4. Живут ли люди на Луне или на Марсе?
5. Каково расстояние от Земли до Солнца? От Земли до Сириуса?
6. Что за странные «спутники» видны рядом с Сатурном?
7. Есть ли вокруг Солнца иные планеты, неизвестные нам?
8. Правда ли, что кольцевые горы на Луне — вулканы?
9. Верно ли, что метеориты — осколки Луны?
10. Почему Луна всегда повёрнута к Земле одной своей стороной?

2. Триста лет назад состоялась Полтавская баталия. Сто лет спустя прогремела битва при Ваграме. Сравните эти два сражения. Кто против кого там сражался? Чем различалось вооружение, численность и тактика войск? Сколь долго ощущались последствия этих двух сражений? Сколько лет победители этих битв оставались непобеждёнными?

Ответ. Летом 1809 года Наполеон Бонапарт (уже император) победил в двухдневной битве при Ваграме (на берегу Дуная) австрийскую армию под командой эрцгерцога Карла Габсбурга — своего ровесника и лучшего полководца тогдашней королевской Европы. (Карла высоко ценил ещё Суворов; он пережил Наполеона на 25 лет.)

Исход битвы при Ваграме (как и Полтавской баталии) был решён артиллерией.

Но русская артиллерия при Полтаве (ею командовал Брюс) в течение всей битвы стояла на месте (внутри земляных редутов) и лишь расстреливала наступающие колонны шведов. При Ваграме Наполеон двинул около 100 своих пушек *вперёд* — на центр австрийской армии, который прогибался и отступал перед ураганным огнём. В итоге армия Карла была рассечена пополам и разбита, Австрия сдалась Наполеону, и континентальная Европа примирилась с новым имперским порядком.

Как известно, великая армия Наполеона была разгромлена в России через 3 года после победы при Ваграме. Менее широко известно, что армия Петра была окружена и побеждена турками в битве на реке Прут через 2 года после Полтавской победы. Только отличная работа русской артиллерии на Пруте вынудила тогда турецкого военачальника визиря Батальджи-пашу согласиться на почётное отступление русской армии. За эту милость визирь получил от Петра крупную взятку.

3. Перечислите важнейшие события, происходившие в разных странах, пока римским папой был Иннокентий 3. Какие из этих событий были взаимосвязаны и имели последствия, ощутимые через много лет?

Ответ. Вот подборка взаимосвязанных событий между 1198 и 1216 годами, когда Иннокентий 3 был папой в Риме:

1. 1204 год: крестоносцы-католики захватили и ограбили Константинополь, учредили там свою Латинскую империю (она существовала до 1261 года).

2. 1199 год: умер от раны Ричард Львиное Сердце, которого Иннокентий хотел поставить во главе следующего крестового похода на Иерусалим; без Ричарда крестоносцы оказались не управляемы даже папой.

3. 1207 год: Иннокентий объявил новый крестовый поход не против мусульман, а против еретиков (катаров), которые преобладали в Южной Франции. В итоге Юг Франции был разорён и обезлюдел — зато он подчинился Парижу и Риму.

4. 1211 год: Чингиз-хан начал войну против государства Цзинь в Северном Китае. Захват половины Северного Китая монголами (1215 год) дал Чингизу такие ресурсы, с которыми он задумал покорить всю Евразию, двигаясь вдоль Шёлкового пути.

5. 1212 год: в битве при Лас Навас де Толоса объединённое войско Кастилии и Арагона разгромило исламскую армию Альмохадов, вторгшуюся в Испанию из Северной Африки. После этого мусульмане в Испании только отступали под натиском крестоносцев.

6. 1213 год: король Педро Арагонский, возгордясь от победы над маврами, вмешался в борьбу за Южную Францию на стороне местных еретиков. Но в битве при Мюрé король Педро был разбит и убит войсками графа Симона де Монфора. В итоге вольнодумный Юг Франции окончательно подчинился её католическому Северу.

7. 1214 год: бездарный и самовластный английский король Джон (Безземельный) был побеждён французской армией Филиппа 2 Августа в битве при Бувине. После этого Нормандия окончательно перешла под власть Франции, а англичане восстали против Джона и заставили его подписать Великую Хартию Вольностей (1215 год) — первую Конституцию, которая ограничила королевскую власть решениями парламента.

8. 1209 год: в Англии архиепископ Стефан Ленгтон учредил новый университет в Кембридже. Он же пригласил в Кембридж и Оксфорд профессоров-греков, оставшихся без работы после разгрома Византии крестоносцами.

4. Говорят, что в 14–15 веках на Земле не было ни одного халифа — хотя они были прежде, и вновь появились в 16 веке. Как и почему это могло случиться? Назовите самых знаменитых халифов — по одному из разных династий. Чем они прославились?

Ответ. В 1258 году монголы Хулагу-хана (тогда они были язычниками) захватили Багдад и убили последнего халифа-суннита из династии Аббасидов. Ещё раньше (в 1168 году) войско Аббасидов захватило Каир; при этом был убит последний халиф-шиит из династии Фатимидов. После этого Исламский мир не имел халифов до 1516 года: тогда турецкий султан Селим 1 Грозный взял под контроль Аравию и провозгласил себя халифом — как защитник священных городов ислама. Наследники Селима считались халифами до 1918 года — пока европейские державы не сокрушили Османскую империю.

Виднейшие халифы: Муавия (основатель династии Омейядов, правил в Дамаске в 7 веке); Мансур (второй халиф из династии Аббасидов, основал Багдад в 8 веке); Хаким (самый знаменитый халиф из династии Фатимидов; правил в Каире на рубеже 10–11 веков).

5. Среди египетских фараонов случались удачливые иноплеменники. Назовите нескольких из них — по одному из каждого народа. В какие века они правили? Кого из них можно считать самым знаменитым — и за что?

Ответ. Первый прославленный в Египте фараон-иноплеменник — это *ливиец* Шешонк 1, основавший свою династию в 10 веке до н. э.

В 8 веке до н. э. ливийскую династию свергли *эфиопы* — жители современного Судана. Их самый знаменитый царь Тахарка правил в 7 веке до н. э.

Эфиопскую династию сверг *ассирийский* царь Асархаддон в 660 году до н. э. Он также объявил себя фараоном Египта.

В 6 веке до н. э. Египет был захвачен *персами*. Их царь Дарий 1 тоже назвал себя фараоном Египта, подавив восстание египтян в 522 году до н. э.

В 332 году до н. э. Александр Македонский отвоевал Египет у персов. Жрецы Египта тут же объявили Александра фараоном — сыном бога Амона. После смерти Александра этот титул принял его наследник — Птолемей 1 Сотер.

В 47 году до н. э. Гай Юлий Цезарь подчинил себе Египет, стал мужем царицы Клеопатры (из рода Птолемеев) и также принял титул фараона. После смерти Цезаря этот титул не достался никому; Октавиан Август решил, что Египту больше не нужны цари, а нужен только римский наместник.

6. Допустим, что историк Сыма Цянь в конце жизни получил полную информацию о своих современниках в Европе и на Ближнем Востоке.

Кто из этих деятелей покажется историку наиболее интересным — и почему так? Кого из тогдашних героев Средиземноморья Сыма Цянь мог бы успешно сравнить с хорошо знакомыми ему деятелями китайской истории?

Ответ. Сыма Цянь умер в 86 году до н. э. В это время в Риме Луций Корнелий Сулла установил свою диктатуру, одолев сторонников другого диктатора — Гая Мариа. Вероятно, Сыма Цянь сравнил бы этих воевод-соперников с Сян Юем и Лю Баном, которые делили между собой Поднебесную ойкумену за сто лет до своих римских коллег, создавая первую устойчивую Китайскую империю Хань (202 год до н. э.)

Важнейшим шагом Суллы к личной власти была его победа над царём Понта (Черноморья) — Митридатом 6 Евпатором. Аналогом этого «просвещённого варвара» в Поднебесной Сыма Цянь мог назвать либо первого здешнего императора — Цинь Ши Хуанди, либо побеждённого им последнего царя просвещённой державы Чу.

Среди современных себе историков Средиземноморья Сыма Цянь вряд ли нашёл бы себе ровню. Но он мог назвать таким коллегой грека Полибия: тот завершил свой труд по истории Рима и его соседей около 130 года до н. э., когда Сыма Цяню было примерно 20 лет.

7. Жили-были два правителя: Акамапичтли и Манко Капак. Где и когда они жили, чем прославились? Кто был их современником в России, в Англии, Франции или в Китае?

Ответ. Оба эти царя правили в 14 веке в государствах Индейской Америки. Манко Капак (вождь племени кечуа) основал царство Инков вокруг города Куско в Андах (Перу) около 1330 года. Его современник Акамапичтли — первый вождь племени ацтеков (или теочей), который правил в их новом городе Теочтитллане на берегу озера Тескоко, в центре Мексиканского нагорья. Царский титул Манко Капака: Сапа Инка. Титул Акамапичтли: Уэй Тлатоани (= Великий Оратор).

Современниками этих индейцев были: хан Узбек в Золотой Орде и князь Иван Калита в Москве; король Эдвард 3 Плантагенет в Англии и его соперник Филипп 6 Валуа во Франции; сёгун (диктатор) Асикага Такаудзи в Японии и последний монгольский император Шун-ди в Китае; императоры Людвиг 4 Баварский в Римско-Германской империи, Иоанн 6 Кантакузен в Византии и Амдэ-Сыйон 1 в Эфиопии.

8. Кого из героев Великой Отечественной войны, проявивших себя летом 1941 года, Вы можете назвать по именам и описать их подвиги?

Какие последствия этих подвигов ощущались до конца 1941 года, и какие — до конца войны?

Ответ. На фоне тяжёлых поражений Красной Армии от Вермахта летом 1941 года трудно выделить успешные подвиги отдельных бойцов и младших командиров. Среди них выделяются разве что майор Гаврилов и его друзья — руководители обороны Брестской крепости, привязавшие к себе на целый месяц полную германскую дивизию. Можно назвать также героев-лётчиков из числа вчерашних испытателей: Громова, Коккинаки, Гринчика, Галлая и других. Собранные в 6 полков, они в самом начале воздушной битвы за Москву (конец июля 1941 года) преуспели в боевом мастерстве многих немецких асов.

Лучше различимы подвиги тех немногих высших военачальников, которые изобретали и воплощали удачные решения, исправляя ошибки Сталина и его чиновников. Первым выделился нарком Военно-Морского Флота Н. Г. Кузнецов: накануне войны он вовремя подготовил и объявил боевую тревогу на всех флотах. В итоге в первые дни войны потери флота и флотской авиации оказались не велики — на фоне огромных потерь в сухопутных войсках СССР. Позднее Н. Г. Кузнецов успешно организовал переход Балтийского Флота из Таллина в Ленинград — несмотря на господство немцев в воздухе.

В июле 1941 года проявился полководческий талант Г. К. Жукова. Разъезжая по всем фронтам, как представитель Ставки, он учил командиров фронтов, армий и дивизий не падать духом от неудач, но каждую ночь неожиданно контратаковать немцев, отбирая у них хотя бы часть захваченного днём. В итоге наступление немцев на Киев прекратилось до сентября.

Уволенный Сталиным с поста начальника Генерального Штаба, Жуков в августе 1941 года возглавил Резервный фронт и организовал под Ельней неожиданный контрудар по наступающим частям Вермахта. В итоге первое наступление немцев от Смоленска на Москву было остановлено на месяц.

9. Князь Александр Невский был канонизован как святой ещё в 13 веке. Напротив, князь Дмитрий Донской был канонизован лишь в конце 20 века. Как можно объяснить эту разницу?

Ответ. Масштаб и военное значение победы князя Дмитрия на Куликовом поле в 1380 году значительно превосходят масштаб тех приграничных сражений, которые выиграл князь Александр в 1240 и 1242 годах. Но, во-первых, малые победы Александра над шведами и

немцами ярко блистали на фоне тяжелейших поражений русских князей от монголов в те же годы: они давали современникам Александра надежду на лучшее будущее.

Очень важно то, что Александр не обманул этих надежд. Не видя возможности военных побед над монголами, он налабил мирное сосуществование подчинённой Руси с Золотой Ордой — так что ордынцы доверили сбор дани русским князьям, которые получили шанс превзойти своих малограмотных владык в финансово-экономической сфере. Явный успех Ивана Калиты (внука Александра) на этом пути убедил русское общество в правоте программы Александра. Не случайно «Житие» этого князя было составлено митрополитом Кириллом (его единомышленником) вскоре после смерти Александра.

Напротив, блестящий успех князя Дмитрия на Куликовом поле был подорван его тяжкой неудачей в обороне Москвы от Тохтамыша через два года (1382) — когда число погибших москвичей превзошло их недавние потери на Куликовом поле. Только ссора Тохтамыша с Тимуром Хромым спасла тогда Русь от второго «Батыева разорения».

Видимо, главным пороком князя Дмитрия, приведшим его к катастрофе, была бестактность в общении с боярами и церковниками. Ещё до Куликовской битвы Дмитрий отменил должность тысяцкого в Москве — и так оставил город без военного лидера в 1382 году. А после Куликовской победы Дмитрий зазнался до того, что поссорился даже с Сергием Радонежским из-за выбора нового митрополита Руси. Оттого посмертная репутация Дмитрия Донского была высока среди многих его соратников; но мало кто из церковников был готов его прославлять, и меньше всех — митрополит Киприан, которого Дмитрий выслал из Москвы.

10. «Безусловно запрещается достойное осуждения искусство злодеев, именуемых математиками». Кто и когда впервые издал указ такого содержания? Против кого он был направлен в те годы? Кто стал бы естественной жертвой такого указа в наши дни? Какие печатные издания заслуженно пострадали бы от такой цензуры? Чего больше она принесла бы сейчас: пользы или вреда?

Ответ. Эта фраза содержалась в указе византийского императора Юстиниана 1 (середина 6 века н. э.). «Математиками» греки той поры называли астрологов, пытавшихся угадать или рассчитать волю богов и грядущие события с помощью «математического колдовства». В наши дни специалистов этого рода по-прежнему много: таковы, например, все творцы «Новой Хронологии», от Н. А. Морозова до А. Т. Фоменко.

Запрещать этот вид суеверия, скорее, бесполезно: он приносит так же мало вреда, как регулярная публикация шуточных или серьёзных гороскопов во многих нынешних газетах. Но Юстиниан не мог представить себе «свободную прессу», не подвластную даже императору. В итоге Византийская держава распалась, а наукообразная астрология её пережила.

11. Найдите исторические ошибки в тексте.

Для удобства текст приводится ещё раз. Места в тексте, в которым относятся указания об ошибках и комментарии, отмечены номерами, соответствующими номерам в последующем списке ошибок и комментариев.

Когда пал Карфаген (текст с ошибками)

15 марта 400 года² от Основания Республики¹ в лагерь Луция Корнелия Сципиона³ прибыл тайный гонец из Рима. Послание состояло из одной фразы: Carthaginem Delendam Esse. Лаконичный стиль ясно указывал на автора приказа: это Гай Тиберий Катон⁴, принцепс Сената⁵ и лютый враг древнего Карфагена. Он давно мечтает уничтожить столицу Африки, которая осталась единственной соперницей Рима⁷ в Средиземноморье после покорения Македонии Сципионом Старшим⁶. И вот теперь неукротимый Катон сумел навязать сенату свою волю. Очень жаль! Ещё дед Луция Сципиона, победив Ганнибала⁸, постарался сохранить экономику Карфагена — главной африканской житницы. Пусть пунийские пахари поставляют в Рим зерно, конкурируя с египтянами! Так и цены ниже будут, и плебеи поспокойнее станут.

А то они выбрали трибуном⁹ экстремиста Суллу⁹: тот хочет устроить в Риме очередную революцию, разделить земли патрициев среди плебеев. Те уж давно составляют большинство в римском войске: такая армия способна разогнать сенат, переизбрать консулов! Сципион за себя не боится: солдаты его любят. А вот Катону не сносить головы: неужели старый аристократ¹⁰ этого не понимает? Подавив пять лет назад заговор Катилины¹¹, Катон возомнил себя гением¹² — избранником богов. На самом деле боги лишь погубили Катилину, лишив его разума: мятежник объявил себя царём Рима¹³. И этим поставил себя вне закона. Все офицеры тут же покинули лагерь Катилины — и тому пришлось заколоть себя¹⁴, чтобы его не распяли на кресте¹⁵. Похоже, что сейчас Катон готовит себе сходную участь¹⁴. Стоит ли Сципиону спасти того, кого осудила Судьба? Пожалуй, не стоит. А вот Карфаген жаль: консул Ци-

пион не вправе нарушить явный приказ сената! Только бы Сулла не обиделся на Сципиона за это рвение. Как бы лучше перед ним извиниться?

А вот как: надо предложить Сулле основать на руинах Карфагена¹⁶ новую римскую колонию! Заселить её голодными римскими плебеями, пополам с победоносными солдатами Сципиона! Тогда покоритель Карфагена станет наместником обновлённой римской Африки¹⁷ — а хитроумный Сулла пусть властвует в Риме, как хочет. Пусть хоть диктатором себя объявит, хоть понтификом! Зато Сципион будет пожизненным владыкой Африки — как Серторий стал владыкой Испании¹⁸ в пору войн с Ганнибалом. Но тогда Серторию не повезло: он не сумел основать династию императоров, независимых от сената. Быть может, теперь Сципиону в Африке повезёт больше, чем Сулле в Италии? Да исполнится воля богов!

Она исполнилась через 20 лет — когда умирающий Публий Сулла¹⁹ отрёкся от власти в пользу молодого трибуна Юлия Цезаря¹⁹. Тот был зятем могучего Сципиона²⁰, покорителем Галлии, и считался потомком Афины Победительницы²⁰. Что ещё нужно, чтобы основать императорскую династию? Нужно много везения, которого вовсе не было у старика Катона и которого нехватило славному воеводе Сципиону или буйному трибуна Сулле⁹. Проницательный историк Гней Полибий²¹ первый понял это обстоятельство и описал положение дел в своей книге «О Карфагенской войне»²². Эта книга стала главным учебником Истории для первых поколений имперских римлян²². С тех пор принято считать Цезаря избранником Судьбы — меж тем как Ганнибал, Сципион и Сулла считаются лишь избранниками богов²³, а Катон с Катилиной ославлены неудачниками. Иные люди считают сей приговор несправедливым; но что значит людское мнение перед волей Судьбы, выраженной в событиях?

Комментарии к тексту с ошибками «Когда пал Карфаген»

1. В Риме не вёлся счёт лет от Основания Республики (это был 509 год до н. э.), но только от Основания Города (753 год до н. э.).

2. Карфаген был разрушен и сожжён в 146 году до н.э., то есть в 363 (а не в 400) году от основания Республики.

3. Карфаген взял и разрушил полководец и консул Публий Корнелий Сципион Эмилиан Африканский (Младший).

4. Верное имя Старшего Катона: Марк Порций Катон. Младший Катон был его тёзка и правнук: он жил в эпоху Цезаря и был его противником.

5. Старший Катон умер за 3 года до разрушения Карфагена. Он никогда не был *принцепсом* сената (такого титула в ту пору ещё не было), хотя был в разные годы консулом и цензором.

6. Македония была завоевана не Сципионом Старшим, а Луцием Эмилием Павлом (168 год до н. э.).

7. После захвата Македонии римлянами Карфаген не мог уже быть соперником Рима: эту роль приняли Селевкиды в Сирии и Птолемеи в Египте, но они были гораздо слабее римлян.

8. Сципион Старший **не** был **дедом** Сципиона Младшего. Тот был из рода Эмилиев Павлов, но был *усыновлён* в роду Корнелиев Сципионов и назван в честь победителя Ганнибала.

9. Луций Корнелий Сулла родился в 138 году до н. э., после разрушения Карфагена. Он был патриций (как все Корнелии), и потому не мог занимать плебейский пост народного трибуна.

10. Оба Катона (Старший — прадед и Младший — правнук) были плебеи, а не аристократы.

11. Заговор Катилины произошел в 63 году до н.э. В его подавлении участвовал Младший Катон: он обвинял Цезаря в соучастии в заговоре.

12. Греческий термин «гений» не был в ходу среди римлян 2 века до н. э. В древности этим словом никогда не называли человека, но только высшие существа: например, «мой Гений».

13. Луций Сергий Катилина **не** называл себя царём — но только консулом Рима (хотя консульские выборы он проиграл).

14. Катилина не закололся мечом, но погиб в бою с войсками, верными сенату. Напротив, Катон Младший заколол себя после победы Цезаря.

15. Римского гражданина по закону не могли распять ни за какое преступление: это была позорная казнь для рабов или иностранцев. Граждан Рима, обреченных на смерть, душили, либо сбрасывали со скалы, либо рубили им голову (в армии).

16. Римская колония на месте руин Карфагена была основана только при Цезаре.

17. После разрушения Карфагена Сципион Младший **не** стал наместником Африки. Он вернулся в Рим и позднее (129 год до н. э.) погиб (был отравлен?) в ходе политической борьбы с братьями Гракхами.

18. Квинт Серторий (сторонник Гая Мария, выдающийся полководец) создал свое государство в Испании в 83 году до н. э. С самого начала он объявил себя независимым от Рима, где тогда правил Сулла. В политике Серторий старался подражать Ганнибалу, но не претендовал на Италию. Он погиб от заговора знатных римлян в 72 г. до н. э.

19. Диктатор Сулла в 79 году до н. э. передал свою власть сенату, не будучи при смерти, но в связи с тяжёлой болезнью. Молодой Цезарь (известный как противник Суллы, помилованный диктатором) тогда служил младшим офицером далеко на востоке — в Малой Азии. Никто в Риме не считал тогда Цезаря заметным политиком.

20. Гай Юлий Цезарь не был зятем кого-либо из Сципионов: он был зятем Корнелия Цинны. Цезарь считал себя потомком не Афины, а Венеры от её брака с Энеем.

21. Полибий был грек и не носил римское имя Гней в качестве имени или фамилии.

22. Книга Полибия называлась «Всеобщая История» (Средиземноморья). Официальным учебником Римской истории в имперскую эпоху (после Августа) считался труд Тита Ливия, который широко использовал книгу Полибия.

23. Римляне считали избранныками Судьбы не только Цезаря и Августа, но также Суллу и Сципиона Старшего.

12. Найдите исторические ошибки в тексте.

Для удобства текст приводится ещё раз. Места в тексте, в которым относятся указания об ошибках и комментарии, отмечены номерами, соответствующими номерам в последующем списке ошибок и комментариев.

Звёздный час Макиавелли (текст с ошибками)

Первого мая 1510 года во Флоренцию примчался гонец из Рима с давно ожидаемой вестью: ненавистный папа Александр¹ 3 Борджиа² наконец умер! Папу отравил его родной сын — Цезарь Борджиа³, которому отец отказался пожаловать корону Ломбардии. Разве может человек с именем Цезарь прозябать всю жизнь в родном герцогстве Урбино⁶? Сейчас Цезарь захватил власть в Риме⁴; завтра он попытается овладеть всей Италией, если его не остановит Флорентийская лига⁷ городов-республик. Нужно срочно слать гонцов в Геную, Мантую, Болонью и Венецию⁸: пусть местные патриции развяжут кошельки и вооружат своих бедных сограждан! Коалиция северных демократов может и должна остановить очередного римского тирана, как их деды в прошлом веке остановили армию Иннокентия 3 в битве при Леньяно⁹. Тогда демократов позвал на подвиг великий поэт Данте¹⁰; сейчас это должен сделать историк Томазо¹¹ Макиавелли. Ради спасения родины государственному секретарю придётся отложить в долгий ящик сочинения Фукидида и Плу-

тарха, помириться с властным олигархом Медичи¹¹ — и даже с неистовым проповедником Савонаролой¹².

Трудно будет наладить такой союз! Ведь в Савонаролу вселился неукротимый дух чешского еретика Гуса. Вслед ему, фра Джузеппе призывает толпу к разделу церковных богатств, к общему крестовому походу против турок, к освобождению Константинополя и святой Софии от мусульман. Напротив, синьор Лоренцо стремится лишь объединить Италию вокруг Флоренции. Но для этого нужно взять под контроль Рим — не на день и не на год, а на многие десятилетия! Этой цели можно достичь, только утвердив в Риме династию флорентийских пап — хотя бы из дома Медичи. Первым папой в этом ряду мог бы стать кардинал Джованни¹³ — младший брат Лоренцо Великолепного. Флорентийцы дружно поддержат своего кардинала; но согласятся ли с таким выбором кардиналы Франции и Испании?

Французов уговорить легче: этому поможет великий Леонардо да Винчи¹⁴, недавно ставший придворным художником Карла 7 Валуа¹⁴. Хитроумный Макиавелли подружился с будущим гением¹⁶ живописи ещё в молодые годы — когда оба они были студентами в Болонье¹⁵, слушали там лекции Доменико Кардано¹⁷ и Сильвио Пикколomini¹⁸.

А чего хотят испанцы во главе с кардиналом Хименесом¹⁹ — духовником короля Филиппа¹⁹? Им важен Новый Свет, только что открытый Колумбом и Магелланом²⁰. Попадёт ли он весь под власть Испании — или часть новых земель достанется Франции и Португалии? В этом вопросе решающий голос принадлежит папе, а не юному германскому императору Карлу²¹. Если клан Медичи обещает испанцам всю Америку, то испанская церковь поддержит Джованни Медичи на скорых папских выборах. Немцы, конечно, обидятся на это; но авось дело как-нибудь обойдётся!

Дерзкий расчёт Макиавелли оказался точен. Быстрый марш ополчения северных коммун на Рим застал Цезаря Борджиа врасплох. Кардиналы не поддержали отцеубийцу, и пришлось ему бежать в родовой замок Урбино⁶, а оттуда — за море⁵, к султану Сулейману²². Джованни Медичи, избранный папой почти единогласно, принял тронное имя Юлий¹³ — чтобы показать всем христианам, что он истинный наследник величайшего из древних римлян. Король Филипп Испанский¹⁹ помирился с Карлом Французским²³, заранее уступив ему те земли в Америке, которые лежат к северу от широты Пиренеев²⁴.

Немцев такой делёж не устроил: монахи августинцы учинили бунт в Виттенберге²⁵, отказались признать Юлия 2 законным папой. Лидер этого бунта — Мартин Лютер, немецкий аналог Савонаролы, поло-

жил начало первому расколу в католической церкви. А флорентийский политик Макиавелли вернулся к своим историческим штудиям²⁶. Через 10 лет он опубликовал во Флоренции книгу «Спор с Полибием»²⁷, основанную в равной мере на трудах греческих классиков и на событиях своей бурной эпохи, на которые великий флорентиец сумел так удачно повлиять.

Комментарии к тексту с ошибками «Звёздный час Макиавелли»

1. Папа Александр 3 (Орландо Бандинелли) правил в середине 12 века и много лет боролся с императором Барбароссой. На рубеже 15/16 веков папой в Риме был Александр 6 (испанец Родриго Борджиа, или Борха).

2. Папа Александр 6 умер в 1503 году. После него папой был избран Юлий 2 (Джулиано делла Ровере), который правил до 1513 года.

3. Князь Цезарь Борджиа (или Сезар Борха), сын папы Александра 6, **не** был заинтересован в смерти своего отца. Этого папу отравили сами кардиналы, уставшие от бесконечных убийств папских врагов и от произвола папских родичей.

4. Цезарь Борджиа **не** сумел захватить власть в Риме сразу после смерти своего отца, потому что сам он в это время тяжело заболел (вероятно, он также был отравлен), находясь вдали от Рима. Позднее князь выздоровел, но шанс на победу был уже упущен.

5. Цезарь Борджиа погиб в 1507 году в Испании, участвуя в мятеже против короля Фернандо Арагонского.

6. Семья Борджиа (вернее, Борха) не итальянская, а испанская, так что итальянское герцогство Урбино не могло быть их родиной. В конце жизни Александра 6 уделом Цезаря Борджиа было княжество Романья.

7. В начале 16 века в Италии неоднократно складывались и распались **лиги** — военные союзы нескольких государств против одного, сильнейшего из всех. Обычно лигу заключали итальянцы против турок или против французов (которых часто поддерживала Венеция). Флоренция никогда не возглавляла Лигу, поскольку она (подобно Новгороду на Руси) была заинтересована не в господстве над Италией, а лишь в своей независимости и свободной торговле.

8. В 1509/10 годах Венеция была побеждена войсками «Лиги Камбрэ», состоявшей из папских войск, французов, австрийцев и испанцев.

9. Битва при Леньяно произошла не в 15 веке (как сказано в тексте) и не в 13 веке (когда правил папа Иннокентий 3), а в 1176 году. Тогда войска городов-коммун Северной Италии (включая Флоренцию)

разбили императора Фридриха 1 Барбароссу и принудили его к миру с папой Александром 3.

10. Поэт Данте Алигьери жил и действовал на рубеже 13/14 веков. Его призыв к политическому объединению коммун Италии тогда был безуспешен: даже папа Бонфаций 8 оказался бессилён против короля Франции Филиппа 4 Красивого.

11. Банкир и политик Лоренцо Медичи был правителем Флоренции с 1469 года до своей смерти в 1492 году. Молодой флорентиец Никколо (а не Томазо!) Макиавелли был учеником Лоренцо в политике.

12. Монах и пророк Джироламо (а не Джузеппе!) Савонарола правил Флоренцией с 1494 по 1498 год. Потом он был свергнут папским войском — при сочувствии большинства флорентийцев, которые устали от монашеской диктатуры. Савонаролу сожгли на костре.

13. Кардинал Джованни Медичи был внебрачным сыном (а не братом) Лоренцо Медичи. Он был назван в честь брата Лоренцо, погибшего в ходе заговора Пацци. Кардинал Джованни был избран папой в 1513 году и принял имя Лев 10 (а не Юлий 2, как в тексте).

14. Леонардо да Винчи жил во Франции с 1517 года до своей смерти в 1519 году. Он служил королю Франциску 1, а не Карлу 7 (который правил в 15 веке — в эпоху Жанны Дарк).

15. Ни Леонардо да Винчи, ни Никколо Макиавелли не учились в университетах. Ремесло художника или политика они освоили в прямом общении с мастерами этих профессий, каких много было во Флоренции.

16. Леонардо да Винчи был на 17 лет старше, чем Никколо Макиавелли. Поэтому они не были знакомы в молодости.

17. Математик Джироламо (а не Доменико) Кардано родился в 1501 году. Он прославился решением кубических уравнений **после** смерти Леонардо да Винчи и Никколо Макиавелли.

18. Эней Сильвио Пикколомини (будущий папа Пий 2) был изначально поэт, гуманист и дипломат. Он преподавал античную литературу в Вене; позднее он основал университеты в Базеле, Нанте и Ингольштадте. Он умер в 1464 году — так что не мог оказать прямого влияния на Леонардо или Макиавелли.

19. Кардинал Франсиско Хименес де Сиснерос (бывший духовник королевы Изабеллы Кастильской) был главою испанской церкви и премьер-министром короля Фернандо Арагонского (который умер в 1516 году), а позднее — наставником юного короля Карла 1 Габсбурга (он же — император Карл 5). Король Филипп 2 Испанский (сын Карла 1) правил намного позже — во второй половине 16 века.

20. Плавание Магеллана вокруг Земли состоялось в 1519–1521 годах.

21. Императором Германии до 1519 года был Максимилиан 1 Габсбург — дед Карла 1 Испанского.

22. В 1510 году в Турции правил султан Баязет 2. Его внук — Сулейман 1 Кануни (Законодатель) принял власть от своего отца (Селима 1) в 1520 году.

23. В 1510 году во Франции правил король Людовик 12 Орлеанский — дальний родич дома Валуа, к которому принадлежали Карл 7, Карл 8 и Франциск 1. Он неоднократно вторгался с войсками в Италию — но без окончательного успеха. Позднее эту политику перенял Франциск 1 — тоже без решающего успеха, ибо французы не сумели одолеть в Италии испанцев.

24. Географический раздел заокеанских земель в Америке, Африке и Азии был произведен папой Александром 6 в 1493 году. В этом разделе участвовали только Испания и Португалия; линия раздела их владений была проведена по меридиану, а не по параллели.

25. Антипапский бунт немецких монахов в Виттенберге начался в 1517 году с воззвания Мартина Лютера против папы Льва 10 (Медичи).

26. Никколо Макиавелли начал писать свои книги лишь после 1512 года, когда вернувшиеся к власти Медичи выгнали его со службы и выслали в деревню.

27. Главный труд Макиавелли (трактат о республиках) назван им «Рассуждения на первые книги Тита Ливия». Он был закончен около 1520 года и напечатан лишь в 1530-е годы — уже после смерти Макмавелли. Более знаменитая, но небольшая книга «Государь» (трактат о монархиях) ходила по всей Европе в виде рукописи до смерти автора (1527 год).

Критерии проверки и награждения

Каждое задание оценивается в баллах (целое положительное число либо 0). 1 балл ставится за 1 верно названное событие, персону или связь между ними (в заданиях 1–10, в соответствии с тем, что требуется в заданиях), либо за 1 верно найденное и объяснённое противоречие в текстах 11 и 12.

Баллы внутри каждого задания суммируются.

Баллы за задания 5, 6, 8, 9, 10 умножаются на 2.

Баллы за задания 11, 12 умножаются на 1/2.

Итоговой оценкой является сумма баллов по всем заданиям (с учё-

том умножения на 2 и 1/2, как указано выше):

$$N_1 + N_2 + N_3 + N_4 + 2 \cdot N_5 + 2 \cdot N_6 + N_7 + 2 \cdot N_8 + 2 \cdot N_9 + 2 \cdot N_{10} + \frac{1}{2} N_{11} + \frac{1}{2} N_{12}$$

где N_1, \dots, N_{12} — баллы за задания с 1 по 12 соответственно.

Оценки «е» и «v» ставились в соответствии с таблицей (нужно было набрать указанную в таблице или большую сумму баллов S)

Класс	е (балл многоборья)	v (грамота)
3 и младше	1	2
4	2	2
5	2	3
6	2	3
7	2	4
8	2	5
9	3	5
10	3	6
11	3	6

Кроме того, независимо от суммы баллов оценка «v» ставится в случае, если указано не менее 10 исторических ошибок в задании 11 или указано не менее 10 исторических ошибок в задании 12. (Данное условие было указано в преамбуле заданий по истории, выданных участникам во время Турнира.)

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

Статистика

Приводим статистику решаемости задач конкурса по истории. Учтены все работы по истории, сданные школьниками (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 («е»), 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	0	3	5	129	700	935	1061	1032	944	1127	5936
«е»	0	0	0	0	14	66	146	202	112	175	243	958
«v»	0	0	0	2	14	61	73	74	134	128	242	728

Сведения о распределении баллов по заданиям №№ 1–10.

Оценка (баллы)	Номера заданий // количество участников									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
–	2765	4031	4956	5056	5061	5645	5118	3955	3523	5177
0	2600	1211	577	615	515	222	391	1189	1815	706
1	352	403	159	161	288	50	322	598	524	40
2	124	239	106	76	39	12	89	152	65	10
3	69	37	70	20	20	4	8	32	11	3
4	17	14	46	9	15	4	9	7	0	0
5	8	4	14	1	0	1	0	3	1	1
6	1	0	7	0	0	0	1	1	0	0
7	2	0	3	0	0	0	0	1	0	0
8	1	0	0	1	1	1	1	1	0	2
9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
>10	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
Всего	5939	5939	5939	5939	5939	5939	5939	5939	5939	5939

Статистика по «текстам с ошибками» (задания № 11 и № 12) — количество ошибок, найденных участниками конкурса по истории.

№	Количество найденных ошибок // количество участников																				
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	≥20
11	599	208	144	80	75	50	34	23	30	15	8	8	8	1	1	4	1	2	0	1	4
12	372	160	130	65	41	27	15	13	10	7	6	3	0	0	1	1	0	0	1	0	2

Конкурс по биологии

Задания

1. Всем известно растение подорожник. Встречается оно обычно на тропинках или на обочинах больших дорог. Есть и другие растения, обитающие в сходных условиях. Почему же некоторым растениям «нравится» когда их топчут? Приведите как можно больше примеров таких растений.

2. Из глубины веков до нас дошли легенды об удивительных существах — драконах. Они выдыхали огонь, сражались с рыцарями, опустошали деревни, охраняли клады. «Сказка — ложь», но такое количество легенд не могло возникнуть на пустом месте. На рисунках показаны три наиболее распространённых образа дракона:



а) дракон, каким его обычно изображают в схватке со Св. Георгием

б) Змей Горыныч из русских сказок

в) китайский дракон

Предположите, какие реальные животные могли послужить прототипом для каждого из образов. Как вы думаете, какие черты строения не позволяют им существовать реально? Обоснуйте своё мнение.

3. На растениях часто можно встретить различные наросты, вздутия и другие проявления аномального роста. Приведите как можно больше примеров подобных образований и объясните, как они могли возникнуть.

4. Любой рыбак европейской части России знает пресноводную рыбу ротана (*Percottus glenii*), которая густо заселяет многие водоёмы. Однако ещё в 1930-х годах территория, на которой встречались ротаны, была гораздо меньше: эти рыбы жили лишь в некоторых водоёмах Дальнего Востока.

Предположите, как могла бы расселяться эта рыба и как за такой относительно короткий срок она смогла проникнуть на дальние расстояния и заполнить большое количество водоёмов. Ведь у неё нет ни ног для ходьбы, ни крыльев для полёта!

5. Известно, что ласточки часто селятся в деревенских домах (на чердаках, во дворах). Какие выгоды они получают от соседства с человеком, и какие проблемы у них возникают?

6. Бактерии являются одними из мельчайших живых организмов на нашей планете. Они обнаруживаются в больших количествах практически повсеместно и выполняют разнообразные функции в природе, а также используются человеком.

Предположите, какие последствия для природы и человека могло бы повлечь за собой полное исчезновение бактерий с лица Земли.

7. Если посадить семечку фасоли «вверх ногами», то при прорастании корень, изогнувшись, всё равно растёт вертикально вниз (к земле). Придумайте механизмы, которые могут помочь молодому корешку растения определить, где верх, где — низ.

Пояснение к заданию

При оценке ответов на вопросы по биологии школьники могут получить баллы за правильные ответы. За неправильный ответ баллы не снижаются. Полученные за ответы на разные вопросы баллы складываются, итог подводится в зависимости от суммы баллов и класса.

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.

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 вопрос про 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.

Оценивается только работа самого участника. За текст, переписанный из справочной литературы, а также из других работ, баллы не начисляются.

Ответы и комментарии

1. Всем известно растение подорожник. Встречается оно обычно на тропинках или на обочинах больших дорог. Есть и другие растения, обитающие в сходных условиях. Почему же некоторым растениям «нравится» когда их топчут? Приведите как можно больше примеров таких растений.

Ответ. Вытаптывание оказывает на растения как отрицательное, так и положительное воздействие, которое может быть прямым и косвенным.

Чаще всего «любовь» растений к жизни в вытаптываемых местах связана с межвидовой конкуренцией.

Здесь важно понимать, что конкурентоспособность и способность выживать в тяжёлых условиях — совсем не одно и то же. Конкурентоспособные растения побеждают в борьбе за хорошие места обитания за счёт быстрого роста, способности выделять вредные для соседей химические вещества, умения образовывать плотную дернину и тому подобных «приёмов». Менее конкурентоспособным приходится довольствоваться неудобными местами, поэтому им необходимы приспособления к трудным условиям существования. В данном случае именно вытаптывание и создаёт основные неудобства.

К приспособлениям к жизни на вытаптываемых участках можно отнести:

1. Наличие хорошо развитых подземных органов — например, корневищ. Во-первых, при сильном развитии и глубоком залегании они

меньше повреждаются при вытаптывании, во-вторых — позволяют лучше прорасти через более плотный грунт.

2. Вставочный рост, как у злаков, позволяющий легко продолжить рост при повреждении верхушки растения.

3. Наличие укороченного стебля и розеточных листьев, как у подорожника, что уменьшает возможность отрывания листьев от стебля.

4. К особенностям жизненного цикла таких растений в нашем климатическом поясе (средняя полоса России) можно отнести раннее развитие и образование органов размножения весной — до того, как растение успели вытоптать.

Но местообитания, где происходит вытаптывание, имеют и ряд **полезных особенностей**, которые растения могут выгодно для себя использовать.

1. Тропинка и обочина представляют собой открытое пространство. А это даёт сразу довольно много преимуществ.

1.1. Обеспечивает большее, по сравнению с окружающей территорией, количество света, что очень важно для фотосинтеза растений.

1.2. Обочины хорошо проветриваются. Это также имеет положительное влияние

— там менее влажный воздух, а влажность воздуха может повышать вероятность грибковых заболеваний.

— лучше происходит опыление. Ветроопыляемые растения лучше распространяют пыльцу, а для насекомоопыляемых важно то, что стабильные воздушные потоки вдоль данных территорий улучшают распространение запахов — важных ориентиров для насекомых.

— успешнее распространяются летучие семена

1.3. Присутствуют и другие факторы, помогающие опылению насекомыми: открытые места позволяют с большего расстояния увидеть цветущее растение, а лучшее прогревание воздуха повышает активность опылителей.

1.4. Иногда открытость пространства создаёт благоприятные условия не только для самих растений, но и для их симбионтов, например, грибов.

2. Кроме того, эти места являются наиболее вероятными местами появления человека или других позвоночных.

— это способствует распространению цепляющихся семян

— там могут скапливаться вещества, улучшающие рост и развитие растений. Так, если тропа звериная, то продукты жизнедеятельности животных будут выступать в роли удобрения для растений.

3. Вытаптывание может положительно сказываться на прорастании семян. При механическом воздействии может происходить разрушение плотных плодов или семенных оболочек, что способствует ускорению их прорастания.

4. Увеличение плотности почвы на тропинках и обочинах дорог, а также связанное с этим микропонижение грунта способствуют накоплению влаги в почве и более продолжительному её просачиванию в глубокие — недоступные для растений — горизонты, что также может быть полезно.

К растениям — обитателям тропинок и обочин дорог можно отнести мятлик однолетний, мятлик приземистый, овсяницу красную, райграс, грыжник, горец птичий, одуванчик и другие.

Многие отвечающие в качестве примеров приводили древесные растения (например, берёза) или травянистые растения, растущие в непосредственной близости с дорогой, но не на обочине (сныть, борщевик). Данные ответы являются неверными — не отвечают на поставленный вопрос, так как на этих растениях не сказывается действие главного обсуждаемого фактора — вытаптывания.

Стоит отметить также, что некоторые заносные в данной местности растения могут встречаться на обочинах дорог, потому что именно по дорогам часто происходит их распространение. Семена переносятся на колёсах машин, одежде и вещах людей. Прорастают они там, где упали и нашли для себя пустое пространство. В лесу или на лугу такого пространства нет, а на обочине имеется. Но такие растения на родине, как правило, вовсе не растут на вытаптываемых местах, поэтому тоже не подходят для ответа на данный вопрос.

Каждая правильная идея, почему некоторые растения встречаются преимущественно на тропинках или обочинах дорог, а также каждый пример такого растения, оценивались одним баллом. За хорошее развитие идеи конкуренции ставилось два балла, ввиду её неочевидности.

2. Из глубины веков до нас дошли легенды об удивительных существах — драконах. Они выдыхали огонь, сражались с рыцарями, опустошали деревни, охраняли клады. «Сказка — ложь», но такое количество легенд не могло возникнуть на пустом месте. На рисунках показаны три наиболее распространённых образа дракона (см. рис.).

Предположите, какие реальные животные могли послужить прототипом для каждого из образов. Как вы думаете, какие черты строения не позволяют им существовать реально? Обоснуйте своё мнение.

Ответ. Европейские драконы (рис. а) по легендам обычно обитали в горах, в пещерах. Их прототипами вполне могли стать крупные хищные птицы, порой уносившие скот, а ныне почти истреблённые. Возможно, в Средние века в Европе обитали реликтовые виды рептилий, вымершие до развития науки и поэтому не описанные. Люди могли находить каким-либо образом попавшие на поверхность останки динозавров, к костям которых воображение могло дорисовать образ дракона. Крылья этого дракона очень напоминают кожистые крылья летучих мышей. Наиболее часто в качестве прототипов участники Турнира предлагали хищных птиц и млекопитающих: собак, лошадей, что вполне обоснованно — у дракона типично звериная посадка, конечности подпирают тело снизу, а не растут по бокам, как у всех рептилий, которых тоже очень часто приводили в пример — ящериц, варанов.



а) дракон, каким его обычно изображают в схватке со Св. Георгием

б) Змей Горыныч из русских сказок

в) китайский дракон

Существо с рисунка **а** нежизнеспособно, т. к. наличие крыльев предполагает существование третьего пояса конечностей или усложнение плечевого пояса. И то, и другое будет мешать грудной клетке эффективно расширяться, кислорода в кровь попадёт меньше, чем нужно для полёта.

Не позволит летать и гибкий позвоночник — у летающих животных позвонки частично срастаются, чтобы тело не прогибалось в полёте. Летающие животные обычно имеют компактное тело, чтобы ни хвост, ни шея не перевешивали тело в воздухе. А если так будет и у дракона, то ему будет неудобно ходить на четырёх ногах.

На рисунке между размером тела и площадью крыльев дракона **а** видна явная диспропорция: площадь крыльев слишком мала для такого тела. Летать при таких пропорциях невозможно.

К тому же дракон **а** сочетает в себе признаки млекопитающих и рептилий — такое сочетание в природе не встречается.

Дракон **б**: в природе иногда встречаются двухголовые змеи — они и могли стать прототипом Змея Горыныча. Так же идею многоглавости могли подать сиамские близнецы и подобные аномалии. В работах в качестве прототипов часто указывали ящериц, змей, а также быков и других рогатых млекопитающих.

Двухголовые змеи даже жизнеспособны, но живут меньше нормальных, и, случается, одна голова пожирает другую, что смертельно для обеих — такие же «межголовные» конфликты могли помешать жить персонажу русских сказок.

В работах школьников часто встречалась здравая мысль о том, что трём равнозначным нервным центрам в трёх головах будет сложно управиться с одним телом. Проблемы возникнут не только с нервной, но и с остальными системами — неудобно будет глотать и дышать.

Выдыхание огня — тоже явный вымысел, механизм его возникновения придумать трудно, как и механизм защиты тканей глотки и рта от высокой температуры.

Большие размеры драконов **а** и **б** тоже часто упоминались в качестве помехи, но мало кто смог объяснить, чем же они плохи (существует много крупных животных — слоны, киты). Правда есть серьёзные ограничения на размер летающих животных — они не могут быть слишком большими, так как для полёта важно соотношение массы тела и площади поверхности крыльев. Если школьники обсуждали этот аспект (в отношении дракона **а**), то ответ мог засчитываться как верный. Размер же сам по себе не является достаточной причиной, чтобы животное не могло существовать. К тому же на рисунках не было никаких указаний на размер животных.

Дракон **в**: необычная удлинённая форма тела китайских драконов напоминает червей, а усы — антенны. Действительно, в прибрежных районах Китая и в Японии в пищу употребляются морские черви — nereidy. Также в лесистых районах Китая обитали (сейчас почти истреблены) гигантские саламандры длиной до двух метров, а иногда и больше. Прототипами могли послужить и змеи, морские и сухопутные, их наиболее часто приводили в пример участники Турнира.

Такое существо не может жить на суше из-за чрезмерной длины позвоночника и неспособности ползать (они ведь имеют лапы, но достаточно мощных поясов конечностей для них нет). Оно могло бы обитать в воде, плавая с помощью извивов в горизонтальной плоскости. Но так

неудобно всплывать за воздухом. За морских чудовищ по сей день иногда принимают стаи мигрирующих угрей или других животных. Форма головы китайского дракона тоже не улучшает его обтекаемости — и плавать, и ползать в лесной подстилке с такой широкой головой неудобно.

В ответах школьников разумно предложенные животные-прототипы оценивались одним баллом каждое. Не оценивались версии, производящие драконов от коряг и других предметов, метеорологических явлений, а также исторические версии, которые трактуют, например, образ Змея Горыныча как народное восприятие вражеских орд, которые налетали внезапно и разоряли города и сёла. Хотя такая версия имеет право на существование, она не является ответом на поставленный вопрос: *какие реальные животные могли послужить прототипом для каждого из образов?*

Также учитывалась логика ответа. Так, не засчитывался ответ, что реальным прототипом драконов были динозавры, поскольку динозавры вымерли задолго до появления человека. А вот если школьники писали, что люди могли находить кости динозавров и по ним «реконструировать» образ дракона — ответ считался верным.

3. На растениях часто можно встретить различные наросты, вздутия и другие проявления аномального роста. Приведите как можно больше примеров подобных образований и объясните, как они могли возникнуть.

Ответ. Один из самых распространенных вариантов разрастания — галлы, возникающие под воздействием выделений насекомых или клещей. Эти выделения вызывают разрастания тканей растений. Галлы могут служить защитой, средой обитания для организма, а разросшаяся ткань часто используется в пищу. Животные в большинстве случаев проводят в галлах только часть жизненного цикла. Часто это личинки, которые после завершения развития покидают галл.

Одни из насекомых, вызывающих галлы — мухи галлицы из сем. *Cecidomyiidae*. Они образуют, в частности, розоподобные галлы на укороченных побегах ивы. Знакомые многим крупные шаровидные галлы на листьях дуба вызваны дубовой орехотворкой, одной из многих орехотворок — представителей специального надсемейства перепончатокрылых. Червецы из отряда равнокрылых вызывают на листьях растений небольшие конусовидные галлы. Их тоже многие видели. Из насекомых галлы также образуют некоторые тли (например, распространенные сложные галлы на концах ветвей ели), пилильщики, листоблошки.

Множество клещей также обитают в галлах. Эту группу часто так и называют — галловые (или четырёхногие) клещи. Они формируют, в частности, хорошо известные вздутия черешков листьев тополя. Из других животных галлы могут вызывать круглые черви — нематоды. Они способны паразитировать на различных частях растений.

Известны также разрастания растительных тканей, которые не принято называть галлами. Довольно экзотический пример — расширения при основании колючек африканской акации. В этих расширениях поселяются муравьи, которые поедают сладкие выделения растения и защищают акации от объедания самыми разными растительноядными животными — от копытных млекопитающих до жуков-усачей. При этом появление этих расширений не связано с непосредственным воздействием каких-то веществ самих муравьёв, а стимулируется именно интенсивным «обгрызанием» акаций жирафами и другими копытными.

Характерные разрастания образуются также при прорастании спор некоторых грибов. Это могут быть головневые грибы (например, на кукурузе) или ржавчинные грибы.

Многие школьники как примеры аномального роста растений приводили грибы-трутовики. Однако этот пример не может считаться верным, так как в качестве выростов на деревьях мы обычно видим плодовые тела гриба — то есть это не пример аномального роста самого растения. Исключение представляет гриб чага, который формирует на деревьях (чаще всего на березе) сложные наросты, состоящие как из тканей гриба, так и из тканей дерева. Научное название гриба, который заставляет разрастаться ткани дерева — трутовик скошенный.

Галлы также могут вызываться бактериями. Самым известным примером таких галлов служат так называемые корончатые галлы, вызываемые *Agrobacterium tumefaciens*, чья известность связана с использованием этих бактерий в генетической инженерии растений. Также многие школьники упоминали о клубеньках, которые образуются, например, на корнях бобовых растений и являются местом обитания симбиотических бактерий.

Существуют и другие аномальные разрастания. Это может быть рак растительных тканей, который, так же, как рак животных, возникает вследствие нарушения процессов нормального деления клеток.

Некоторые разрастания вызваны вирусами. Типичным примером такого разрастания являются «ведьмины мётлы» — места, где ветки дерева очень густо ветвятся, образуя плотный пучок, похожий на метлу или на воронье гнездо.

Часто встречаются травматические разрастания, возникающие при

залечивании ран или при обрастании препятствий.

Таким образом, причин аномального роста растений достаточно много. Каждая из этих причин, приведённая участником Турнира в своей работе, оценивалась одним баллом. Балл прибавлялся за неоднородные примеры организмов, способных вызывать подобные разрастания. Также балл мог повышаться за хорошее объяснение механизма образования наростов.

4. Любой рыбак европейской части России знает пресноводную рыбу ротана (*Percottus glenii*), которая густо заселяет многие водоёмы. Однако ещё в 1930-х годах территория, на которой встречались ротаны, была гораздо меньше: эти рыбы жили лишь в некоторых водоёмах Дальнего Востока.

Предположите, как могла бы расселяться эта рыба и как за такой относительно короткий срок она смогла проникнуть на дальние расстояния и заполнить большое количество водоёмов. Ведь у неё нет ни ног для ходьбы, ни крыльев для полёта!

Ответ. Ротан — неприхотливая рыба, он легко переживает плохие экологические условия в водоёмах, а, заселившись куда-нибудь, быстро съедает многих исходных обитателей и их икру.

Как известно, на территории Евразии нет такой крупной речной системы, которая напрямую соединяла бы Дальний Восток и европейскую часть России. Как же ротан мог проникнуть так далеко? Ответ прост: этому поспособствовал человек. В первой половине 20 века некоторое количество рыб было привезено с Амура и выпущено в водоёмы Санкт-Петербурга и Москвы. Однако, будучи занесённым лишь в несколько озёр (эта рыба предпочитает жить в стоячей воде), ротан не упустил шанса расселиться по близлежащим водоёмам.

В переселениях на малые расстояния ему способствовало уже несколько факторов.

Во-первых, это также были люди (ротан пользуется популярностью среди рыбаков-любителей, потому что поймать его достаточно просто — не надо изобретать сложной наживки, прикармливать его, выбирать специальное время суток и т. д.).

Во-вторых, икринки этой рыбы на одном конце несут клейкие ворсинки, которые служат для прикрепления к камням, корягам и корневищам растений (на них ротан и откладывает икру). Именно эта «клейкость» помогает икре расселяться — икринки прикрепляются к перьям и лапам водоплавающих птиц или к шерсти животных и вполне могут переноситься в другие водоёмы.

В-третьих, при различных разливах водоёмов (половодья, паводки, наводнения) оплодотворённая икра или даже взрослые рыбы могут проникать в другие реки и озёра.

В-четвёртых, ротан (или его оплодотворённая икра) вполне может расселяться через сточные воды: известны даже случаи распространения этих рыб через канализацию.

В-пятых, нельзя исключать и такие редкие погодные явления, как смерчи и ураганы. Если икра, поднятая в воздух стихийным бедствием, приземлится в воду, она имеет шанс выжить и, если она была оплодотворена, из неё может развиваться потомство.

Также есть такой маловероятный механизм, как перенос икры или целой рыбы внутри пищеварительной системы другого животного. Это весьма сомнительно, потому что при нормальном функционировании организма всё съеденное переваривается, поэтому вероятность выжить в таком случае у ротана или его икры очень мала.

При переносе целой рыбы с икрой последняя может сохраниться лучше, но, так как оплодотворение у ротанов наружное, никакая рыба из этой икры не разовьётся — поэтому такого механизма расселения не существует.

Также невозможным считается «испарение» икры ротана и перенесение её воздушными потоками к другому водоёму. Икринки слишком крупные для этого (до 4 мм в длину), притом обычно они склеены между собой и приклеены к субстрату, как упоминалось выше.

В ответах на этот вопрос каждая разумная идея, объяснявшая расселение ротана, оценивалась одним баллом.

5. Известно, что ласточки часто селятся в деревенских домах (на чердаках, во дворах). Какие выгоды они получают от соседства с человеком, и какие проблемы у них возникают?

Ответ. В природных условиях ласточки гнездятся на скалах, по обрывам и ущельям (например, на Кавказе и в других горах). В человеческие постройки их привлекает сходство с естественными условиями гнездования, а также ряд преимуществ, которые птицы получают. Однако существуют и недостатки такого соседства.

Преимущества.

1. Снижено число естественных хищников.
2. Дополнительные удобные места для гнездования.
3. Мощная кормовая база — насекомые, которых привлекает домашний скот и продукты жизнедеятельности человека (например, помойки).

4. Дополнительный строительный материал для строительства и утепления гнезда

5. Лучшее сохранение гнёзд в искусственных сооружениях — возможность их повторного использования

Недостатки.

1. Много факторов беспокойства, характерных для населённых пунктов (шум, движение, и др.)

2. Специфические для населённых пунктов хищники — кошки, крысы.

3. Некорректное отношение людей:

а) разрушение гнёзд в качестве гигиенической профилактики — для уничтожения кровососущих и других паразитов;

б) разрушение гнёзд из-за эстетического недовольства;

в) беспокойство птиц из-за любопытства.

4. Токсичность некоторых стройматериалов, заимствованных у человека.

5. Провоцируемые отравления — инсектициды и другие искусственные химические вещества, используемые человеком, могут негативно влиять на здоровье птиц. (Действие инсектицидов как прямое, так и косвенное, через съедаемую добычу).

6. Ненормированный световой и температурный режим может нарушать естественные биоритмы у птиц.

Все приведённые выше преимущества в сумме снижают время, затрачиваемое птицами на гнездование и выведение первого потомства в новом сезоне, таким образом, за одно лето у ласточек может быть два или даже три помёта, а не один, как это чаще всего бывает в естественных условиях обитания.

Часто среди преимуществ отвечающие отмечали тепло, исходящее от жилища человека. Ответ засчитывался как правильный, если автор объяснял, что за счёт этого птенцы тратили меньше энергии на обогрев, а значит быстрее росли, и наблюдался эффект увеличения числа помётов за сезон, о котором мы говорили выше. Однако гораздо чаще в работах встречалось объяснение, что ласточки таким образом согреваются зимой, чего конечно же в природе не происходит — ласточки на зиму улетают.

Некоторые отвечающие, обсуждая кормовую базу, говорили о питании «с человеческого стола» или отходами на помойках. Такой ответ также не считается правильным, так как ласточки — птицы насекомоядные.

Каждый правильный ответ оценивался одним баллом. Ответ про увеличение числа выводков за сезон оценивался двумя баллами и выше, в зависимости от степени его развёрнутости.

6. Бактерии являются одними из мельчайших живых организмов на нашей планете. Они обнаруживаются в больших количествах практически повсеместно и выполняют разнообразные функции в природе, а также используются человеком.

Предположите, какие последствия для природы и человека могло бы повлечь за собой полное исчезновение бактерий с лица Земли.

Ответ. Бактерии являются самыми древними организмами, появившимися около 3,5 млрд. лет назад. Около 2,5 млрд. лет они доминировали на Земле, формируя биосферу, участвовали в образовании кислородной атмосферы и изменении геологического облика нашей планеты. Микроорганизмы населяют все экологические ниши, доступные для животных и растений, а также обнаруживается во многих других местах, в которых не могут развиваться другие живые организмы: при высоких (до 113°C) и низких (до -36°C) температурах, высоких давлениях, при полном отсутствии кислорода, в условиях высокой солёности, кислотности или щёлочности. Очевидно, что при таком широком распространении, исчезновение бактерий не может остаться незамеченным для нашей планеты.

Бактерии участвуют в круговоротах основных жизненно важных элементов (азота, серы, кислорода, углерода, фосфора). Особенно существенным является их вклад в круговорот азота (бактерии — единственные организмы, способные к фиксации молекулярного азота и перевода его в формы, доступные для остальных организмов) и круговорот серы (бактерии задействованы практически во всех реакциях данного цикла). При исчезновении бактерий будет происходить постепенный выход данных элементов из круговоротов.

Кроме того, бактерии (наряду с грибами) являются одними из важнейших редуцентов — организмов, разрушающих остатки мёртвых растений и животных и превращающих их в неорганические соединения. Соответственно, исчезновение бактерий приведёт к тому, что умершие растения и животные будут хуже перерабатываться, а также будет происходить обеднение почв, что создаст проблемы для жизнедеятельности растений и всех последующих звеньев пищевой цепи. Хотя полностью эти процессы не прекратятся, поскольку грибы будут продолжать свою «разрушительную» деятельность.

Помимо этого, бактерии также являются и продуцентами — производят органические вещества из неорганических, и существуют целые экосистемы, основанные на них (например, экосистемы чёрных курильщиков), которые исчезнут вместе с бактериями.

Млекопитающие, как правило, имеют в своих кишечниках симбиотическую микрофлору, которая способствует лучшему пищеварению, участвует в поддержании иммунитета и снабжении организма витаминами (например, витамины К и В12). Исчезновение бактерий приведёт к ухудшению усвоения пищи, иммунной защиты и, вообще, жизнедеятельности всего организма. Помимо этого, существуют организмы, которые питаются в основном целлюлозой. В этом им также помогают бактерии (поскольку только бактерии и грибы способны разлагать такие сложные субстраты). Соответственно, при исчезновении бактерий, такие виды обречены на вымирание.

Бактерии осуществляют определённый вклад в состав атмосферы Земли. Цианобактерии (называемые также сине-зелёными водорослями) являются мощными производителями кислорода. Очевидно, что при их исчезновении произойдёт сдвиг баланса содержания кислорода в атмосфере. Однако сложно предположить, в какую сторону произойдёт этот сдвиг, поскольку значительная часть кислорода расходуется при гниении органики, которое почти не будет происходить при отсутствии бактерий. Также некоторые бактерии могут выделять газы, называемые парниковыми (CO_2 , CH_4), и их исчезновение приведёт к уменьшению содержания данных веществ в атмосфере.

Существуют бактерии, в ходе жизнедеятельности которых происходит закисление их местообитания (за счёт органических или неорганических кислот). Соответственно, при их исчезновении будет меняться кислотность в местах их обитания, а также, возможно, снизится выщелачивание горных пород.

На человека исчезновение бактерий также может оказать серьёзное влияние.

Очевидным является то, что при исчезновении бактерий исчезнут и бактериальные заболевания, однако не стоит забывать, что это приведёт к расцвету вирусных и грибковых заболеваний, которые зачастую являются более опасными из-за сложностей в лечении.

Человек, как и все млекопитающие, имеет в своём организме бактерий-симбионтов (не только в пищеварительной системе, но и на коже, в выделительной и репродуктивной системах и т. д.). При исчезновении этой полезной микрофлоры ухудшится пищеварение, ослабнет иммунная система, организму будет не хватать витаминов. Кроме того, осво-

бодившиеся ниши смогут занять грибы, простейшие или вирусы, что приведёт к различным заболеваниям.

Человек издревле использовал бактерий (даже не подозревая об их существовании) для производства пищевых продуктов. На данный момент бактерии используются человеком для производства лекарств (антибиотики, стероиды, инсулин и т. д.), некоторых химических веществ (уксусная кислота, ацетон и т. д.), а также при производстве многих пищевых продуктов (йогурты, сыры, соевый соус и т. д.). Однако не стоит забывать, что такие продукты, как хлеб, вино и пиво, производятся с использованием дрожжей, которые являются эукариотными организмами и относятся не к бактериям, а к грибам. Соответственно, исчезновения этих продуктов не произойдет.

Кроме того, произойдёт крах наук, изучающих жизнедеятельность и другие свойства микроорганизмов, а также использующих бактерий, как инструмент для исследований. Такими науками являются, например, микробиология, биохимия и молекулярная биология.

Бактерии также используются на станциях очистки сточных вод для разложения органики и деградации ксенобиотиков (химических веществ, загрязняющих атмосферу и производимых человеком).

В связи с вышеперечисленными причинами также возникнут экономические проблемы у компаний, использующих в своем производстве бактерий, либо производящих антибактериальные средства.

Как положительный момент можно отметить то, что при исчезновении бактерий, скорее всего, уменьшится биокоррозия различных материалов, осуществляемая бактериями (например, порча нефтяных трубопроводов, разрушение памятников и произведений искусства).

Каждый правильный ответ оценивался одним баллом. Дополнительные баллы могли добавляться, если школьники в своих работах выстраивали логическую цепь последствий исчезновения бактерий.

7. Если посадить семечку фасоли «вверх ногами», то при прорастании корень, изогнувшись, всё равно растёт вертикально вниз (к земле). Придумайте механизмы, которые могут помочь молодому корешку растения определить, где верх, где — низ.

Ответ. Этот вопрос оказался для школьников одним из наиболее сложных. Действительно, объяснить, как корешок определяет, где верх, где — низ, непросто.

Некоторые школьники в качестве ответа сообщали, что корню свойственен положительный геотропизм. Но это — просто научное название

того, что он растёт вниз. А в вопросе требовалось придумать механизм данного явления.

Учёные изучают явление геотропизма достаточно давно, и нельзя сказать, что на сегодняшний день этот механизм абсолютно понятен. Поэтому мы, конечно, не рассчитывали, что ребятам этот механизм знаком. Требовалось именно придумать, как корень мог бы определять направление к земле.

Школьники выдвинули довольно много предположений. Каждая разумная гипотеза оценивалась положительным баллом. Приведём несколько примеров.

Один из предлагаемых механизмов аналогичен органу равновесия у животных. При этом предполагается существование камеры с жидкостью, в которой находятся твёрдые камушки или кристаллы. Под действием силы тяжести они давят на ту или иную стенку камеры — а стенки обладают чувствительностью.

Другие варианты предполагают у корней наличие светочувствительных органов. В этом случае при попадании на свет корень «понимает», что растёт в неправильном направлении и поворачивает. Аналогично можно ориентироваться, например, по содержанию кислорода в почве (чем ближе к поверхности, тем кислорода больше).

Если предположить, что корни чувствуют температуру почвы, то это тоже может помочь им определять направление. Хотя этот механизм явно ненадёжен: в разное время суток почва может быть теплее или холоднее воздуха.

Предлагалось также ориентироваться по влажности почвы — но здесь тоже не всегда ясно, где почва влажнее — на поверхности или в глубине. Некоторые ребята предлагали более тонкий механизм с применением воды: использование волосков, которые могут чувствовать направление тока жидкости. А вода, как правило, течёт сверху вниз. Но и тут возможны ошибки.

Реальный механизм геотропизма достаточно сложен. Учёным тоже пришлось выдвинуть несколько гипотез объяснения этого явления, но и сейчас не всё в нём понятно. Некоторые ребята были знакомы с различными гипотезами по книгам — и в этом случае тоже получали баллы за верный ответ.

Первой по времени появилась гипотеза, объясняющая изгиб корня к земле с помощью действия специального вещества, называемого растительным гормоном. Такой механизм объясняет изгибание вверх стебля, когда он оказывается в горизонтальном положении. При этом гормон под действием силы тяжести скапливается на нижней стороне лежа-

щего стебля, заставляя клетки интенсивно делиться и расти. Клетки верхней стороны делятся и растут медленнее — поэтому стебель загибается вверх.

Для корня такой механизм тоже годится — если предположить что, наоборот, та сторона, где скопился гормон, растёт медленнее верхней — тогда получится изгиб вниз.

Другой вариант объяснения возник, когда учёные заметили, что корень без корневого чехлика гораздо хуже «понимает», куда расти. Предположили, что крахмальные зёрна в клетках чехлика могут работать как кристаллы в органах равновесия, и, скапливаясь в нижней части клетки, сигнализировать о направлении правильного роста. Тут, правда, возникает вопрос о восприятии и передаче сигнала — нервной системы-то у растений нет! Скорее всего растению приходится комбинировать оба механизма для достижения результата.

Ясно одно: требуются новые данные и дополнительные исследования геотропизма корня растений, а значит гипотезы школьников имеют полное право на существование.

Критерии проверки и награждения.

Работа каждого школьника оценивалась целым числом баллов ≥ 0 . О том, как именно ставятся баллы, указано в пояснении к заданию по биологии (см. стр. 103; этот текст выдавался всем участникам турнира вместе с заданием), а также в комментариях к каждому заданию.

При награждении учитывалась сумма баллов по всем заданиям, и класс, в котором учится участник.

Оценки e и v ставились в соответствии с таблицей (нужно было набрать указанную в таблице или большую сумму баллов)

Класс	e (балл многоборья)	v (грамота)
3 и младше	2	5
4	5	10
5	7	12
6	9	13
7	10	15
8	11	17
9	12	18
10	13	20
11	14	23

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

Статистика

Приводим статистику решаемости задач конкурса по биологии. Такая статистика даёт интересную дополнительную информацию о задачах (и заданиях 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 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	2	20	237	1351	2071	2769	2799	2059	2046	13355
«e»	0	1	0	4	61	223	435	554	538	510	623	2949
«v»	0	0	2	4	24	92	157	180	233	182	201	1075

Сведения о распределении баллов по заданиям.

Баллы	Номера заданий						
	1	2	3	4	5	6	7
–	4882	972	4986	3482	1682	2233	5789
0	2055	547	2778	2482	706	1920	3128
1	3074	1870	2997	5361	2739	3103	2735
2	2014	3225	1614	1594	3990	2716	1193
3	840	2792	634	333	2604	1683	377
4	294	1793	232	84	1112	877	95
5	114	1111	78	13	364	436	29
6	43	572	21	5	102	191	6
7	26	242	5	1	37	92	3
8	8	120	13	5	18	55	5
9	5	51	1	0	2	23	0
10	2	28	0	0	3	17	0
> 10	3	37	1	0	1	14	0
Всего	13360	13360	13360	13360	13360	13360	13360

Сумма баллов	Количество участников по классам											Всего
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	
0	0	0	0	0	4	22	20	22	19	18	13	118
1	0	0	0	2	14	67	54	59	53	27	16	292
2	e 0	e 1	e 0	3	20	88	110	96	86	52	33	489
3	0	0	0	4	29	142	163	159	140	65	48	750
4	0	0	0	3	28	139	210	204	192	99	61	936
5	v 0	v 0	v 1	e 2	26	162	207	269	220	117	87	1091
6	0	0	0	1	31	155	224	271	252	138	115	1187
7	0	0	0	1	e 17	136	194	301	245	166	115	1175
8	0	0	0	0	16	125	154	242	226	156	141	1060
9	0	0	1	0	17	e 73	143	214	242	152	128	970
10	0	0	0	v 3	4	65	e 132	198	191	147	133	873
11	0	0	0	0	7	52	107	e 144	162	128	135	735
12	0	0	0	0	v 5	33	79	127	e 126	102	132	604
13	0	0	0	0	4	v 31	62	107	129	124	65	522
14	0	0	0	0	3	18	55	77	93	e 89	156	491
15	0	0	0	0	4	8	v 49	55	81	84	e 98	379
16	0	0	0	0	4	7	28	44	54	58	90	285
17	0	0	0	1	2	8	20	v 36	55	60	73	255
18	0	0	0	0	0	6	13	40	v 53	54	56	222
19	0	0	0	0	0	2	13	17	38	41	55	166
20	0	0	0	0	2	4	5	23	38	v 31	45	148
21	0	0	0	0	0	3	6	10	18	30	28	95
22	0	0	0	0	0	0	3	14	19	24	22	82
23	0	0	0	0	0	2	5	3	12	22	v 54	98
24	0	0	0	0	0	0	3	7	8	17	28	63
25	0	0	0	0	0	2	1	3	13	10	29	58
26	0	0	0	0	0	1	3	3	12	9	10	38
27	0	0	0	0	0	0	3	4	5	3	10	25
28	0	0	0	0	0	0	1	4	2	2	10	19
29	0	0	0	0	0	0	2	4	1	3	15	25
30	0	0	0	0	0	0	0	1	3	6	4	14
31	0	0	0	0	0	0	0	4	2	2	14	22
32	0	0	0	0	0	0	0	0	3	4	5	12
33	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	7	10
34	0	0	0	0	0	0	1	0	1	3	3	8
35	0	0	0	0	0	0	0	2	0	1	2	5
> 35	0	0	0	0	0	0	1	5	5	12	10	33

Конкурс по лингвистике

Задачи

Все задачи (№ 1, № 2 и № 3) адресованы всем классам, при подведении итогов учитываются класс и достигнутые результаты по всем задачам (решённым как полностью, так и частично).

Учащимся 8 класса и младше достаточно полностью решить любую одну задачу, учащимся 9–11 классов достаточно полностью решить любые две задачи из трёх.

1. Русское местоимение *мы* переводится на язык сусу двумя способами: *won* и *тихи*. Даны предложения на русском языке; в скобках при формах местоимения *мы* приводится его перевод на язык сусу в данном контексте. Некоторые переводы пропущены.

1. Мы (*тихи*) тебя побьём!
2. Иди сюда, мы (*won*) будем есть!
3. Ты украл наши (*тихи*) деньги!
4. Помнишь, как мы (*won*) ходили в лес и видели там змею?
5. (женщина соседке) В нашу (*won*) деревню придет министр.
6. (дед внуку) Когда я был маленьким, мы (*тихи*) жили в деревне.
7. Иди сюда, мы (...) тебя накормим!
8. Мы (...) поедem в город, и я покажу тебе большие дома.
9. Мы (...) поедem в город, и я привезу тебе новые ботинки.
10. (женщина соседке) Наш (...) сын уехал в город.
11. (жена мужу) Наш (...) сын стал совсем большим.

Задание 1. Заполните пропуски.

Задание 2. Дан отрывок из стихотворения советского поэта Николая Добронравова. Переведите на язык сусу все случаи употребления в нём местоимения *мы*. Поясните Ваше решение.

Светит незнакомая звезда.
Снова мы (...) оторваны от дома.
Снова между нами (...) города,
Взлётные огни аэродромов.
Здесь у нас (...) туманы и дожди,
Здесь у нас (...) холодные рассветы,
Здесь на неизведанном пути
Ждут замысловатые сюжеты.

Язык сусу относится к языковой семье манде. На нём говорит более 1 миллиона человек в Гвинее и нескольких других государствах западной Африки.

2. Даны польские слова и их переводы на русский язык:

planeta планета	łopata лопата	śluch слух
palka палка	balkon балкон	skała скала
pilot пилот	logika логика	plasz плач

Задание. Переведите на польский язык:

гладиолус, лампа, оплата, лопух, алгебра, клад.

Поясните Ваше решение.

Примечание. *ł* читается примерно как русское *л*, *l* — как *ль* в слове *тьоль*, *ch* — как *х*, *cz* — как *ч*.

3. Даны глагольные формы языка санскрит и их переводы на русский язык. Некоторые формы пропущены:

1. añcati ‘сгибает’	añcayati ‘заставляет сгибать’
2. karṣati ‘тащит’	? ‘заставляет тащить’
3. gadati ‘говорит’	? ‘заставляет говорить’
4. janati ‘рождается’	janayati ‘рождает’
5. takṣati ‘обтёсывает’	takṣayati ‘заставляет обтёсывать’
6. tapati ‘греет’	tāpayati ‘заставляет греть’
7. nandati ‘радуется’	? ‘радует’
8. bhajati ‘делит’	bhājayati ‘заставляет делить’
9. yatati ‘находится в порядке’	yāyati ‘упорядочивает’
10. yamati ‘достигает’	? ‘заставляет достигать’
11. varati ‘покрывает’	vārayati ‘заставляет покрывать’
12. śardhati ‘дерзит’	śardhayati ‘заставляет дерзить’

Задание 1. Материал задачи позволяет предположить, что на конце корня одного из этих двенадцати глаголов произошла утрата согласного звука.

О каком глаголе идёт речь?

Задание 2. Заполните пропуски. Поясните Ваше решение.

Примечание. Буква *c* читается примерно как русское *ч*, *j* — как русское *дж*, *ñ* — как русское *нь*, *y* — как русское *й*, *ś* — как русское *ш*, *ṣ* — как русское *ш*. Сочетания букв *bh* и *dh* обозначают особые (придыхательные) согласные. Чёрточка над гласной обозначает долготу.

Санскрит — один из индоевропейских языков, литературный язык Древней Индии.

Решения задач конкурса по лингвистике

1. (автор задачи А. Б. Шлуинский, автор решения А. Б. Шлуинский)

Рассмотрим отдельно предложения 1, 3 и 6, в которых используется местоимение *тихи*, и предложения 2, 4 и 5, в которых используется местоимение *won*.

1. Мы (*тихи*) тебя побьём!
3. Ты украл наши (*тихи*) деньги!
6. (дед внуку) Когда я был маленьким, мы (*тихи*) жили в деревне.
2. Иди сюда, мы (*won*) будем есть!
4. Помнишь, как мы (*won*) ходили в лес и видели там змею?
5. (женщина соседке) В нашу (*won*) деревню придет министр.

Как можно заметить, между предложениями первой группы и предложениями второй группы имеется следующее различие. Употребляя местоимение «мы» в предложениях 1, 3 и 6, говорящий не включает в группу людей, обозначаемую этим «мы», того человека, к которому он обращается. В предложениях 2, 4 и 5, напротив, подразумевается, что «мы» — это говорящий, его собеседник и (возможно) другие люди. Действительно, невозможно себе представить, чтобы, например, произнося предложение 1, говорящий имел в виду, что бить его собеседника будет в том числе и сам собеседник. А предложение 2, являющееся приглашением к столу, безусловно, подразумевает, что есть будет в том числе и тот, кого приглашают.

Таким образом, местоимение *тихи* употребляется в языке сусу в том случае, когда имеется в виду «мы», не включающее собеседника, а местоимение *won* — когда имеется в виду «мы», включающее собеседника. Местоимения первого типа лингвисты называют **ЭКСКЛЮЗИВНЫМИ**, а местоимения второго типа — **ИНКЛЮЗИВНЫМИ**.

Выполним задание 1.

7. Иди сюда, мы (*тихи*) тебя накормим!

Имеется в виду, что говорящий и ещё какие-то люди будут кормить собеседника. Следовательно, употребляется эксклюзивное местоимение *тихи*.

8. Мы (*won*) поедem в город, и я покажу тебе большие дома.

Так как говорящий собирается что-то показывать собеседнику в городе, ясно, что в город они поедут вместе. Следовательно, употребляется инклюзивное местоимение *won*.

9. Мы (*тихи*) поедem в город, и я привезу тебе новые ботинки.

Так как говорящий обещает что-то привезти собеседнику из города,

понятно, что собеседник в город вместе с ним не поедет. Значит, надо употребить эксклюзивное местоимение *тихи*.

10. (женщина соседке) Наш (*тихи*) сын уехал в город.

Очевидно, что у говорящей и её соседки не может быть общего сына, а значит, должно быть использовано эксклюзивное местоимение *тихи*.

11. (жена мужу) Наш (*won*) сын стал совсем большим.

Здесь, напротив, подразумевается, что сын у женщины и её мужа общий, следовательно, здесь следует использовать инклюзивное местоимение *won*.

Перейдём к заданию 2.

Приведённый стихотворный отрывок можно понять по-разному.

Наиболее вероятным кажется такое понимание, при котором лирический герой Н. Добронравова находится вместе с ещё какими-то людьми на чужой земле и обращается к тому, кто ждёт его дома. Если так, то в первом, третьем и четвёртом случае должно быть употреблено эксклюзивное местоимение *тихи* (он говорит о себе и тех, кто находится с ним, но не о своём адресате), а во втором случае — инклюзивное местоимение *won* («города» разделяют как раз говорящего и того, кто его ждёт):

Светит незнакомая звезда.

Снова мы (*тихи*) оторваны от дома.

Снова между нами (*won*) города,

Взлётные огни аэродромов.

Здесь у нас (*тихи*) туманы и дожди,

Здесь у нас (*тихи*) холодные рассветы,

Здесь на неизведанном пути

Ждут замысловатые сюжеты.

Более нестандартное понимание отрывка может предполагать, что говорящий обращается к человеку, находящемуся далеко от него, но так же, как и он сам, «оторванному от дома», если они оба уехали из дома в разные места. Данное понимание отличается от предыдущего, фактически, лишь в первой фразе, в которой, тем самым, могут быть употреблены оба местоимения:

Снова мы (*тихи/won*) оторваны от дома

тихи — если от дома оторван лишь говорящий, *won* — если от дома оторваны и говорящий, и его адресат.

Безусловно, принципиально возможны, хотя и менее вероятны и другие способы понять приведённый текст, при которых нужно будет переводить используемые в нём местоимения первого лица на язык сусу ещё каким-то способом.

2. (автор задачи Е. Л. Кушнир, автор решения Е. Л. Кушнир)

Основное лингвистическое явление, которое рассматривается в данной задаче — выбор между *l* и *ł*, соответствующими русскому твёрдому *л*. Буква *l* употребляется в словах, недавно заимствованных из европейских языков, а *ł* — в исконных словах, т. е. в словах славянского происхождения.

Кроме того, при переводе слов возникает необходимость установить некоторые нетривиальные буквенные соответствия: пол. *ch* ~ рус. *х*, пол. *cz* ~ рус. *ч*.

Возникает вопрос о том, как различить исконные и заимствованные слова в условии и в задании. Во-первых, это в принципе может быть известно решателю из общей эрудиции или знания тех или иных европейских языков. Но существует и ряд внутриязыковых закономерностей, позволяющих в ряде случаев отличить исконно-славянские слова от недавних заимствований и интернационализмов: корень слов славянского происхождения обычно состоит из одного слога, кроме того, в славянских словах очень редко встречаются две гласные подряд и некоторые другие сочетания звуков (например, *mn*).

В условии заимствованными являются следующие слова: *planeta* (заимствованное из латыни), *pilot* (из французского), *logika* (из греческого), *balkon* (из немецкого или французского).

Соответственно, слова *palka*, *łopata*, *śluch*, *skala*, *placz* являются исконными.

Обратимся теперь к заданию. Здесь заимствованными являются слова:

гладиолус (латинского происхождения, что видно по характерному окончанию *-us* и сочетанию гласных *uo*), *лампа* (заимствовано из немецкого или французского), *алгебра* (изначально арабское слово, но в славянские языки оно пришло из немецкого).

Соответственно, исконные — *оплата*, *лопух*, *клад*.

Руководствуясь этими соображениями, получаем такие ответы:

гладиолус	gladiolus	лопух	łopuch
лампа	lampa	алгебра	algebra
оплата	opłata	клад	kład

Следует добавить, что правило, используемое в данной задаче, не действует на конце слова, в связи с чем слова типа *арсенал*, *капитал* выглядят как *arsenał*, *kapitał* (вместо ожидаемого по нашему правилу *arsenal*, *kapital*), несмотря на их явно заимствованное происхождение.

3. (автор задачи А. Ч. Пиперски, автор решения А. Ч. Пиперски)
Простые глагольные формы образуются по схеме:

корень + соединительный гласный *-a-* + окончание *-ti*

(напр., *tap-a-ti*, *anc-a-ti*)

Формы со значением «заставлять делать» (так называемые **каузативы**) образуются с помощью прибавления суффикса *-ay-*, который помещается между корнем и соединительным гласным (напр., *añc-ay-a-ti*). Если корень глагола заканчивается на один согласный, то при образовании каузатива удлиняется корневой гласный *a* (ср. удлинение в *tāp-ay-a-ti*, где корень оканчивается на один согласный, и отсутствие удлинения в *añc-ay-a-ti*, где корень оканчивается на два согласных).

Задание 1. Единственным исключением из этих правил является глагол *janati*: в форме каузатива от него (*janayati*) мы видим краткий гласный перед одиночным согласным. Значит, именно в этом глаголе за *n* когда-то следовал ещё один согласный, который утратился после того, как подействовало правило об удлинении (можно условно записать этот глагол как *janXati*, где *X* обозначает исчезнувший звук).

Задание 2.

2.	<i>karṣati</i>	‘тащит’	<i>karṣayati</i>	‘заставляет тащить’
3.	<i>gadati</i>	‘говорит’	<i>gādayati</i>	‘заставляет говорить’
7.	<i>nandati</i>	‘радуется’	<i>nandayati</i>	‘радует’
10.	<i>yamati</i>	‘достигает’	<i>yāmayati</i>	‘заставляет достигать’

(Строя форму каузатива от глаголов *gadati* и *yamati*, мы можем быть уверенными, что их корни в древности не заканчивались на *X*, поскольку в условии задачи сказано, что согласный утратился только в одном из 13 глаголов.)

Комментарии.

1. В **праиндоевропейском** языке, который является предком санскрита (а также иранских, славянских, балтийских, германских и кельтских языков, греческого, латыни, албанского и ряда вымерших древних языков) и реконструируется на основе сравнения перечисленных языков, в корне непроизводного глагола в настоящем времени обычно выступал гласный **e*¹¹, а в корне каузатива — **o*, напр.:

¹¹Звёздочкой (*) принято обозначать реконструированные (не засвидетельствованные в текстах, а восстановленные учёными) звуки и формы слов.

**tep-e-ti* — **top-ey-e-ti* **g'enX-e-ti* — **g'onX-ey-e-ti*

(*g' — это звук, похожий на русское мягкое *з*, который впоследствии в санскрите перешёл в *ж*).

В дальнейшем, уже в языке, промежуточном между праиндоевропейским и санскритом, гласный *o*, стоявший перед одиночным согласным, удлинился в **ō*¹²: форма **topeyeti* приняла вид **tōpeyeti*, а форма **g'onXeyeti* осталась без изменений. После этого удлинения гласные **e*, **a* и **o* в древнеиндийском совпали в *a*, гласные **ē*, **ā* и **ō* совпали в *ā*, а согласный **X* утратился. Именно так и возникли данные в задаче формы.

2. Согласный **X*, восстанавливаемый для праиндоевропейского языка, был открыт учёными точно так же, как это должны были сделать школьники, решавшие задачу. Исследуя образование некоторых глагольных форм санскрита, выдающийся швейцарский лингвист Фердинанд де Соссюр (1857–1913) заметил, что разнородные на первый взгляд формы получают единое объяснение, если предположить, что в некоторых из них на древнем уровне присутствовал согласный, уже утраченный в древнеиндийском. Открытие Ф. де Соссюра было опубликовано в 1878 г., но встретило достаточно холодный приём среди учёных-индоевропейцев. Однако уже после смерти Соссюра, в 1927 г., оно нашло блестящее подтверждение: польский исследователь Ежи Курилович (1895–1978) обнаружил, что согласные типа **X* сохраняются в дешифрованном за 10 лет до этого хеттском языке, который также является индоевропейским. В современной индоевропейистике обычно предполагается, что в древности существовало три различных звука такого рода, один из которых и был когда-то представлен в корне глагола *janati*. Эти согласные носят название **ларингальные**.

Критерии оценивания работ

Решение каждой задачи оценивалось по нескольким параметрам. Эти параметры условно обозначались буквами латинского алфавита. Соответствующие отметки проставлялись в специальном бланке протокола проверки работ.

Для проверяющих также была предусмотрена возможность внести в протокол своё заключение по решению конкретной задачи конкретным школьником: «задача решена, участник разобрался в сути дела»,

¹²Древнеиндийское удлинение **o* в открытом слогe получило название «закон Бругмана» в честь немецкого лингвиста Карла Бругмана (1849–1919).

«частичное решение задачи» или «нет никаких содержательных продвижений». Таким образом, параллельно с проверкой жюри провело заочное совещание по вопросу о критериях оценивания выполненных заданий.

Окончательные критерии оценивания (в терминах: полное решение/частичное решение/отсутствие решения) были сформированы жюри с учётом результатов заочного обсуждения. При этом первоначальное мнение проверяющих не во всех случаях совпало с критериями (хотя бы потому, что критерии — единые для всех работ, а мнения проверяющих в совпадающих случаях оценок по пунктам проверки могли быть различными).

Критерии оценивания задач

В каждом случае приведены минимальные требования к решению, наличие дополнительных пунктов, кроме указанных в критериях, не ухудшает оценку. Если решение соответствует одновременно двум критериям (полное решение и частичное решение), то задача, разумеется, считается решённой полностью. А решения, не соответствующие ни одному из этих критериев, признаются неверными и при подведении итогов не учитываются.

Задача № 1.

Задача решена.

Есть А или В, а также среди 9 пунктов С–К есть не менее 6, причём Н2 считается за 2 пункта, Н1 — за 1 пункт.

Задача решена частично.

1. Есть хотя бы один из пунктов: А или В или Н2.

или

2. Среди 9 пунктов С–К есть не менее 8, Н1 — считается за 1 пункт.

Пояснение. Наличие любого из пунктов А или В жюри считает достаточным для того, чтобы признать в работе наличие пояснений по инклюзивности/эксклюзивности (выбор для описания двух этих пунктов или любого одного считается вопросом терминологии и не влияет на оценку).

В случае наличия пункта Н2 в работе также признаётся наличие хотя бы частичного объяснения инклюзивности/эксклюзивности.

Формулировка задания в части, оцениваемой пунктом Н, признана не вполне удачной. Отсутствие этой части задания не снижает общую

оценку (однако, если эта часть задания выполнена верно — это учитывается при выставлении общей оценки).

Задача № 2.

Задача решена.

1. Есть А и не менее 5 пунктов из 6 из списка: С, Е, G, I, K, M или

2. Есть не менее 5 пунктов из 6 из списка: D3, F3, H3, J3, L3, N3 и не менее 5 пунктов из 6 из списка: С, Е, G, I, K, M.

Задача решена частично.

Среди 13 пунктов А, С, Е, G, I, K, M, D3, F3, H3, J3, L3, M3 есть не менее 7.

Пояснение. Выбор способа описания, соответствующий пункту А либо пунктам D, F, H, J, L, M, считается вопросом терминологии и не влияет на оценку.

Пункт В жюри решило не оценивать в связи с тем, что его выполнение не требуется явно в условии задачи.

Задача № 3.

Задача решена.

Имеются пункты В, С, D, Е, F.

Задача решена частично.

Есть А или В (хотя бы один из этих пунктов), а также не менее 3 пунктов из 4 из списка С, D, Е, F.

Пояснение. Жюри считает, что пункт В является дополнением к пункту А, в связи с чем при наличии В также предполагается наличие А (даже если в решении и не дано явных пояснений по пункту А).

Критерии подведения итогов

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

1. В любом классе не менее 1 решённой задачи.
2. Класс не старше 5 и не менее 1 частично решённой задачи.
3. Класс не старше 7 и не менее 2 частично решённых задач.
4. Класс не старше 9 и не менее 3 частично решённых задач.

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

1. В любом классе не менее 2 решённых задач.
2. Класс не старше 7 и не менее 1 решённой задачи.
3. Класс не старше 8 и наличие не менее 1 решённой задачи и ещё не менее 1 частично решённой задачи.
4. Класс не старше 10 и есть 1 решённая задача плюс 2 частично решённые задачи.

В случае, если поставлена оценка «v», оценка «e» не ставится. Приведённые критерии являются минимально необходимыми: итоговый результат не ухудшается, если работа выполнена лучше, чем указано в критериях.

Номер
карточки

<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
----------------------	----------------------	----------------------	----------------------	----------------------	----------------------

Класс

<input type="text"/>	<input type="text"/>
----------------------	----------------------

Фамилия:

Задача № 1

A

<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
----------------------	----------------------	----------------------	----------------------

muхu — эксклюзивное местоимение 1 л. мн. ч. (обозначает группу людей, включающую в свой состав говорящего, но не адресата)

B

<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
----------------------	----------------------	----------------------	----------------------

won — инклюзивное местоимение 1 л. мн. ч. (обозначает группу людей, включающую в свой состав как говорящего, так и адресата)

Задание 1.

C

<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
----------------------	----------------------	----------------------	----------------------

 7. Иди сюда, мы (**muхu**) тебя накормим!

D

<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
----------------------	----------------------	----------------------	----------------------

 8. Мы (**won**) поедem в город, и я покажу тебе большие дома.

E

<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
----------------------	----------------------	----------------------	----------------------

 9. Мы (**muхu**) поедem в город, и я привезу тебе новые ботинки.

F

<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
----------------------	----------------------	----------------------	----------------------

 10. (женщина соседке) Наш (**muхu**) сын уехал в город.

G

<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
----------------------	----------------------	----------------------	----------------------

 11. (жена мужу) Наш (**won**) сын стал совсем большим.

Задание 2.

Светит незнакомая звезда.

H 0

<input type="text"/>

 1

<input type="text"/>

 2

<input type="text"/>

 Снова мы (**muхu/won**) оторваны от дома.

0: если указано только одно понимание без комментариев или не указано ни одного; **1**: если указано только одно понимание с комментарием; **2**: если указано, что возможно и понимание «от дома оторван только говорящий, но не адресат», и понимание «от дома оторваны и говорящий, и адресат».

I

<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
----------------------	----------------------	----------------------	----------------------

 Снова между нами (**won**) города,

Взлётные огни аэродромов.

J

<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
----------------------	----------------------	----------------------	----------------------

 Здесь у нас (**muхu**) туманы и дожди,

K

<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
----------------------	----------------------	----------------------	----------------------

 Здесь у нас (**muхu**) холодные рассветы,

Здесь на неизведанном пути / Ждут замысловатые сюжеты.

W

<input type="text"/>

 Задача решена, участник разобрался в сути дела.

X

<input type="text"/>

 Частичное решение задачи.

Y

<input type="text"/>

 Нет никаких содержательных продвижений.

Z

<input type="text"/>

 Задача в работе не записана.

Задача № 2

A

<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
----------------------	----------------------	----------------------	----------------------

 В соответствии с русским твёрдым *л* в польском употребляется *l* в словах, недавно заимствованных из европейских языков, и *ł* в словах славянского происхождения.

B

<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
----------------------	----------------------	----------------------	----------------------

 Нетривиальные буквенные соответствия: пол. *ch* ~ рус. *x*, пол. *cz* ~ рус. *ч*.

Примем предположение: рус. *p, m, d* соответствуют пол. *r, m, d*.

гладиолус С

+		
-		

gladiolus D 0

--	--

 1

--	--

 2

--	--

 3

--	--

 заимств.

Если правильно написано только одно *l* из двух, за **С** ставится «-».

лампа E

+		
-		

lamp F 0

--	--

 1

--	--

 2

--	--

 3

--	--

 заимств.

оплата G

+		
-		

opłata H 0

--	--

 1

--	--

 2

--	--

 3

--	--

 исконн.

лопух I

+		
-		

łopuch J 0

--	--

 1

--	--

 2

--	--

 3

--	--

 исконн.

алгебра K

+		
-		

algebra L 0

--	--

 1

--	--

 2

--	--

 3

--	--

 заимств.

клад M

+		
-		

kład N 0

--	--

 1

--	--

 2

--	--

 3

--	--

 исконн.

0: если о происхождении слова не сказано ничего;

1: если происхождение слова определено неправильно;

2: если в решении сказано, что решатель затрудняется определить, является ли слово заимствованным или исконно славянским;

3: если происхождение слова определено правильно.

W

--	--

 Задача решена, участник разобрался в сути дела.

X

--	--

 Частичное решение задачи.

Y

--	--

 Нет никаких содержательных продвижений.

Z

--	--

 Задача в работе не записана.

Задача № 3

A

+		
-		

 Корневой гласный *a* удлиняется, если за ним следует один согласный, и сохраняет краткость, если за ним следует два согласных.

Задание 1.

B

+		
-		

 В форме *janayati* нет удлинения, хотя за корневым *a* следует только один согласный. Следовательно, в этом глаголе после *n* в древности следовал ещё один согласный, впоследствии утраченный.

Задание 2.

C

+		
-		

karṣati **karṣayati** заставляет тащить

D

+		
-		

gadati **gādayati** заставляет говорить

E

+		
-		

nandati **nandayati** радует

F

+		
-		

yamati **yāmayati** заставляет достигать

Оценивается только долгота/краткость корневого гласного; описки в остальных частях слова не влияют на оценку.

W

--	--

 Задача решена, участник разобрался в сути дела.

X

--	--

 Частичное решение задачи.

Y

--	--

 Нет никаких содержательных продвижений.

Z

--	--

 Задача в работе не записана.

Статистика

Сведения о количестве школьников по классам, получивших грамоту по лингвистике («v»), получивших балл многоборья («е»), 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	1	5	21	304	1487	2134	2672	2855	2482	3373	15334
«е»	0	0	0	2	3	1	1	218	365	460	752	1802
«v»	0	0	0	0	7	53	117	27	58	89	180	531

Сведения о количестве решённых задач участниками разных классов (две оценки $+/2$ в данной таблице условно учтены как одна решённая задача).

Решено задач	Класс // количество участников										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
0 задач	0	1	5	21	297	1433	2016	2426	2431	1927	2430
1 задача	0	0	0	0	7	52	116	228	366	466	763
2 задачи	0	0	0	0	0	2	2	18	48	64	144
3 задачи	0	0	0	0	0	0	0	0	10	25	36

Распределение оценок по задачам.

Оценки	Номера задач		
	1	2	3
+	2165	286	293
$+/2$	1139	7	184
0	1163	915	3229
нет	10872	14131	11633
Всего	15339	15339	15339

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 задания, школьникам старших классов — 2 или 3). Перечень вопросов в каждом задании можно использовать либо как план единого ответа, либо отвечать на все (или некоторые) вопросы по отдельности.

Ответы нужно снабдить разумным количеством примеров и пояснений по вашему выбору. Перечислять дополнительные примеры не обязательно (за них к оценке правильного ответа добавляются дополнительные баллы).

1. Почему именно 2009 год объявлен ЮНЕСКО Международным Годом Астрономии? Юбилей каких важных событий в истории науки мы отмечаем в этом году?
2. Почему Луна — спутник маленькой Земли, а не огромного Солнца? Почему одни небесные тела — чьи-то спутники, а другие — «в свободном полёте»? Могут ли спутники «переходить» от одного хозяина к другому? И вообще, если встречаются два тела, то кто вокруг кого «должен» обращаться?
3. Что изучает наука гляциология? Почему именно гляциологические исследования во всем мире стали так актуальны в последнее время? (Кстати, немецкое слово «Glatze» означает ‘лысина’.)
4. В качестве одной из возможных первопричин крушения аэробуса над Атлантикой (А-330 «Эр Франс», 01.06.2009) рассматриваются так называемые «спрайты». Что это за явление и почему спрайты могут быть опасны для полёта самолётов?
5. Астрономию 21 века называют всеволновой. Какие волны в распоряжении астрономов уже есть? Каких пока ещё нет? Каких, надо полагать, никогда и не будет?
6. Какие новые океаны могут возникнуть на нашей планете Земля в обозримом будущем? Когда примерно? Какие, наоборот, могут исчезнуть?
7. Какие астрономические явления всегда будут для нас «неожиданными» (непредсказанными)?

Комментарии к заданиям

Тексты подготовлены на основе записей лекций¹³, прочитанных автором на закрытии XXXII Турнира имени М. В. Ломоносова в МГУ 27.12.2009.

В качестве дополнения приводятся примерные критерии оценивания. В частности, в критериях содержатся и такие пункты, которые не были рассмотрены на лекциях и не попали в основной текст.

1. Почему именно 2009 год объявлен ЮНЕСКО Международным Годом Астрономии? Юбилеи каких важных событий в истории науки мы отмечаем в этом году?

2009 год провозглашён Международным годом астрономии 20 декабря 2007 года на 62-й сессии Генеральной Ассамблеи ООН по инициативе Международного астрономического союза и ЮНЕСКО. Год приурочен к 400-летию юбилею начала использования телескопа для астрономических наблюдений.

Международному году астрономии посвящён сайт на русском языке <http://www.astronomy2009.ru>

Галилео Галилей в своём «Звёздном вестнике» написал, что впервые он направил телескоп на небо 7 января 1610 года. Галилей жил в Италии. В Италии — католическая церковь, и там к этому времени уже был введён Григорианский календарь. А 7 января 1610 года по новому стилю соответствует 28 декабря 1609 года старого стиля. Остальная Европа в то время жила пока ещё по Юлианскому календарю. В остальной Европе был 1609 год.

На самом деле, конечно, астрономия намного древнее. Это вообще самая древняя наука. Человек вообще начал задумываться о том, как устроен мир, как только оторвал взгляд от того, что он ел в данный момент и посмотрев на то, что над ним.

С самых древних времён все цивилизации (я не знаю про Древний Египет, но в Шумерии точно, в Греции — тоже точно, ну на эллинистическом востоке уж наверняка) знали свойства оптических приборов двух типов. Это линзы — в первую очередь положительные, конечно — двояковыпуклые или плосковыпуклые. И зеркало — соответственно, сферическое зеркало.

Оптические системы, которые известны с древних времён — однокомпонентные — то есть либо одно зеркало, либо одна линза (прозрачное

¹³Аудиозаписи этих лекций опубликованы на сайте Турнира имени М. В. Ломоносова по адресу <http://olympiads.mccme.ru/turlom/2009/zadanija/>

или полу прозрачное тело). Древним было известно, что если мы берём параллельный пучок солнечных лучей, то положительная линза (двояковыпуклая или плосковыпуклая) может собрать их в точку — это один из древнейших способов получения огня. (А также развлечение современных детей. Впрочем, развлечение это не совсем безопасное — можно обжечься, поджечь чего-нибудь или получить тяжёлые травмы глаз.)

По преданию, древнеримский император Нерон (36–68 г. н. э.) смотрел на бои гладиаторов с помощью изумрудов. То есть якобы у него были изумрудные корректирующие линзы, которые он использовал для лицезрения событий, находящихся на расстоянии.

Очки появились несколько позже — примерно в 13 веке, уже в эпоху средневековья. Задержка более 1000 лет от практически известных свойств положительной линзы до их практического применения путём ношения на носу ближе к глазу (в виде очков) объясняется обычно тем, что люди от древней до средневековой эпохи были достаточно суеверны. А очки — это дело серьёзное. Если их надеть — они искажают окружающий мир. К таким вещам вполне есть повод относиться с предубеждением, а то и паническим страхом и ужасом. (Древние линзы и очки были не такого хорошего качества, как сейчас. Кроме увеличения/уменьшения размеров изображения и корректировки резкости зрения — что, собственно, и требуется от очков — возникали ещё и дополнительные причудливые искажения. Тут есть чего испугаться.)

По другому преданию, Архимед во время Второй Пунической войны в 212 году до н. э. применил зеркала для того, чтобы поджечь с помощью концентрации солнечных лучей древнеримский флот, осаждавший с моря Сиракузы — родной город Архимеда. Я, правда, сильно сомневаюсь, что Архимед использовал вогнутые зеркала (хотя такие зеркала тоже известны с древних времён). Скорее всего тогда Архимед организовал просто систему, как это сейчас называется, солнечных коллиматоров. То есть скорее всего было взято достаточное количество отполированных металлических щитов.

И вогнутые зеркала, и линзы можно использовать для получения увеличенных изображений. С помощью лупы, поднося её на нужное расстояние, можно рассматривать с увеличением текст. Хорошая лупа может давать достаточно большое увеличение — примерно в 30 раз. Бывают также и сферические зеркала — в них можно посмотреться и увидеть своё изображение, увеличенное в 2–3 раза.

Опять-таки, по преданию система таких вогнутых зеркал стояла на макушке Александрийского маяка (его высота была около 120 метров) для того, чтобы наблюдать те корабли, которые приближались к

Александрии, с достаточно большого расстояния. Вряд ли всё это было придумано — скорее всего какие-то элементы всех этих вещей действительно имели место быть.

Это было в древнем мире. В средние века, естественно, линзы и зеркала — всё это делалось. Очки начали применять в 13 веке. И, собственно, вот тут — ближе к 1610 году — появляется телескоп.

Почему такая гигантская дистанция между очками и телескопом — в 300 лет? Эта временная дистанция вызвана не тем, что люди были ненаходчивыми. Люди были находчивыми — даже не смотря на то, что церковь это запрещала делать. Проблема вот в чём: чтобы сделать более-менее приемлемый телескоп — вам нужно применить двухлинзовую систему.

Опять таки, все те люди, которые длительные века — будем так говорить — работали с нормальными линзами, так или иначе брали одну линзу в одну руку, другую линзу — в другую, и смотрели, что из этого получится. Опять таки, по преданию, рассказывают, что дети голландского мастера Леперггея, который считается формальным изобретателем подзорной трубы до Галилея, играли с этими линзами и в один прекрасный момент возникла комбинация, когда возникло увеличенное изображение.

Это, скорее всего — легенда. Дети линзами, конечно, всегда играют — как и всем, что им в руки попадётся. Но для того, чтобы поймать нужную комбинацию, нужна всё-таки наблюдательность мастера. И, самое главное — если вы возьмёте две положительные линзы и попыгаете построить из них оптическую систему, вы получите изображение перевёрнутое. Если вы правильно совместите фокусы обеих линз — вы получите на выходе параллельный пучок света. При правильном подборе фокусных расстояний он будет увеличенным. Но только изображение объектов будет перевёрнутым.

Вот в этом всё дело. Потому что любой нормальный человек средних веков, даже играя с линзами и увидев перевёрнутое изображение — что он после этого будет думать, как вы считаете? Он будет думать, что о его дьявол попутал, перекрестится, линзы разобьёт и убежит. И, самое главное, сделает так, чтобы его никто при этом не видел. И никому об этом не расскажет.

Получение перевёрнутого изображения было главным идейным тормозом для понимания того, что же собственно происходит.

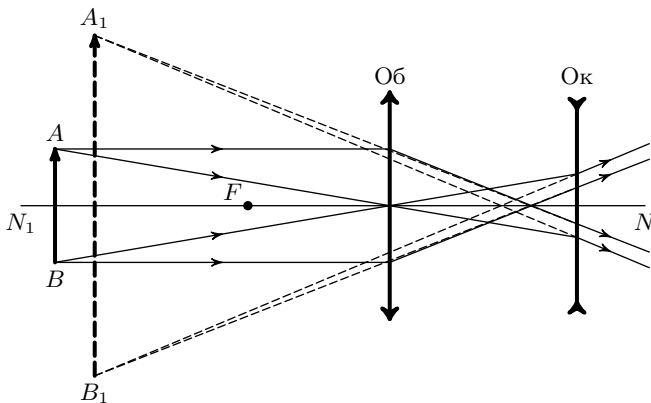
Я также напому, что есть ещё один прибор, который известен — не знаю на счёт древности, но со средних веков точно — это камера-обскура. Вот у вас есть закрытый ящик, с маленьким отверстием.

Причём этот ящик может быть любого размера. Это может быть, как раньше были старые фотоаппараты, на таких треногах. А может быть этот ящик размером с комнату. Такие забавы были у людей, которые располагали достаточным количеством комнат, чтобы одну из них под это дело употребить. Вот у вас там находится улица, вы делаете затемнённый зал, закрываете окно, там делаете узкое отверстие. И всё, что происходит снаружи, у вас через это отверстие проецируется на противоположную стенку. И вы на этой задней стенке своей комнаты-обскуры можете — повторяю, это в Средние века ещё всё делалось — можете смотреть такое (цветное, кстати) кино. Там всё будет двигаться. Всё вы увидите, но в перевернутом положении.

Такая забава, конечно, существовала, и народ начал довольно активно ей забавляться уже с Эпохи Возрождения. Но всё-таки до Эпохи Возрождения такие забавы были по идейным соображениям невозможны. А то можно было и на костёр попасть.

Что же произошло на самом деле годом раньше, в 1608 году? Голландский мастер изобретает подзорную трубу. Голландия (это протестантская страна) выделялась двумя параметрами. Во-первых, большое количество хороших мастеров, в том числе и в области оптических дел. И второй параметр, который сыграл существенную роль в изобретении подзорной трубы — Голландия была преимущественно морской страной. И, кстати, к этому времени ещё была такая эпоха — она называлась эпохой 30-летней войны — в Европе всё было очень неспокойно.

Первые подзорные трубы, опять таки, для того, чтобы решить проблему обратного изображения, в качестве окуляра использовали не двояковыпуклую, а плосковогнутую (отрицательную) линзу.



Вот так работала эта схема. Схема не самая эффективная. Но у неё есть один принципиальный плюс — изображение при этом остаётся прямым.

Морской флот — это как раз то место, где, во-первых, применение подзорной трубы имеет не просто важное значение, а жизненно-важное значение. Среди двух вражеских кораблей, примерно равных по своим техническим параметрам и мастерству капитанов и команд, победит тот, который раньше увидит другого. (Корабль вдалеке — это маленький объект на горизонте.) У той команды, которая раньше заметила своих врагов, принципиально более высокие шансы либо убежать (если им это надо), либо напасть и, соответственно, захватить (опять-таки, если им это надо). Это как в джунглях — кто кого раньше увидит, тот имеет существенные шансы победы. Если вас увидели и нашли раньше, то либо вы не успеете убежать, либо от вас убегут — вы будете в проигрыше (возможно, вообще не заметив добычу).

Поэтому изобретение подзорной трубы именно в Голландии помимо религиозных причин имело ещё и практические (точнее сказать — военно-практические) применения. И сначала в достаточной степени было военной тайной. Но потом знание о том, что такой прибор в принципе существует и в принципе применяется, начало распространяться по Европе.

Галилей никогда не утверждал, что он изобрёл этот телескоп. Он его применил. То есть данные об этом изобретении — если называть изобретением комбинацию двухлинзовую систему с нужными параметрами, с заданными потребительскими свойствами на выходе — чтобы реально можно было видеть что-то, чтобы это было видно, и чтобы это было с увеличением — для чего, собственно, и нужна подзорная труба. При этом Галилей много занимался усовершенствованием этого изобретения.

Ещё один политический момент состоит в том, что Галилей в то время был профессором города Пизы, который входил в административное подчинение Венеции. А вот Венеция — тоже, как вы знаете, тогда была очень мощной в первую очередь военно-морской державой, ну и соответственно торгово-морской державой. И поэтому для них этот вопрос был очень важен. Почему они и поручили Галилею заняться рассмотрением этого вопроса: что это за изобретение новое — «голландская труба». Как устроена и что с её помощью можно сделать?

Галилей, действительно, серьёзно исследовал эти оптические вещи, усовершенствовал их. Также начал заниматься многократным изготовлением линз, изучением их свойств, комбинаторикой, и смотреть, что из

этого получается. В конечном счёте он получил усовершенствованные подзорные трубы. Одну из которых продемонстрировал в том числе и на колокольне на площади святого Марка в Венеции.

Подзорная труба к этому времени уже имела применение в военноморском и торговом флоте (но просто не афишируемое). К тому времени уже было продемонстрировано опять-таки в Голландии — там собрался такой военный совет в связи с заключением какого-то очередного мира или перемирия. И нужно было произвести эффект. Собрали участников переговоров и с колокольни собора одного города им дали в подзорную трубу посмотреть на часы колокольни другого города. Было видно, что на той колокольне часы показывают нужное время. Это произвело на участников переговоров нужное впечатление. Помимо морского применения в сухопутных армиях подзорные трубы тоже более чем полезны. Если вы посмотрите на картины или художественные фильмы о том, как воюют люди на Земле в эпоху второй половины 17 века (не говоря уже про 18 век), то там конечно полководцы смотрят вдаль в подзорную трубу. А до этого полководцы изображаются смотрящими вдаль, прикрывая глаза от Солнца ладонью.

Нас сейчас интересует другое. Галилей сделал принципиально новую вещь. Он подзорную трубу усовершенствовал, конечно, и поднял вверх. Он посмотрел с её помощью на объекты не земные, а на объекты небесные.

Вот тут возник второй принципиальный переход. Почему же я до сих пор так часто вспоминал о море, не о суше? О применении подзорных труб именно в морском деле? Когда Галилей усовершенствованную в подзорную трубу (он начал с 8-кратного и закончил 30-кратным увеличением), посмотрел на небо и увидел потрясающие открытия, которые я сейчас перечислю — просто вы часть их знаете, а часть, может быть, упустили, и сделал из них сногсшибательные выводы — главный вопрос, который возник: «А насколько это достоверно?» Представьте себе: кто-то что-то изобрёл, куда-то посмотрел, чего-то там увидел. Мало ли кто чего видел... Другие, может быть, этого не видели. Насколько всё это правдиво?

Вот море. Вот стоит наблюдатель с трубой. Вот у вас корабль вблизи. И вот у вас тот же корабль где-то в дали. (За счёт закругления Земли корабль будет ещё и под горизонт погружаться — но это дополнительный эффект). Но, самое главное — он удаляется и уменьшается в размерах. Либо наоборот — появился на горизонте (допустим, вы сидите в порту с трубой) и к вам приближается. Вы абсолютно уверены, что это физически один и тот же корабль. Вы знаете, что «это вот

он». Либо он уплыл, либо он к вам приплывёт. И вы сможете сравнить то изображение, которое вы в подзорную трубу получите на большом расстоянии, с тем, что вы своими глазами увидите на маленьком расстоянии — в натуре, как говорят. Что это действительно одно и то же. Объект один и тот же, просто на разном расстоянии.

И поэтому, когда Галилей занялся уже собственно телескопической астрономией... Вот тут открылись какие-то странные картины. Которые обыкновенным глазом не видны и которые таким способом не проверишь. Потому что всё то, что наверху — Луна, звёзды, пятна на Солнце — это всё замечательно, но это далеко и неприближаемо. А вот — пожалуйста — метод проверки, почему то, что видно, является истинным.

Отдельный вопрос ещё был в том, что Галилей действительно плотно подошёл к вопросу усовершенствования оптики и строил подзорные трубы такого качества, каких у его коллег, оппонентов и т. д. ни в Италии, ни в других странах тогда ещё не было — они позже появились. И вот он объявил, что он собственно увидел, в своём «Звёздном вестнике», изданном в 1610 году. Другие в этот момент этого ещё пока увидеть не могли.

А что же он увидел?

Во первых, он посмотрел на Луну. И увидел, что Луна является таким же небесным телом, как и Земля. Там есть горы, долины, ущелья. Тени от лунных гор меняются в зависимости от фазы Луны. То есть это не плоский раскрашенный блин, который повешен на небосвод, а это небесное тело сферической формы, с разных сторон освещаемое Солнцем. Крайне неровное, и игра теней этих неровностей составляет свою особенную зависимость. Зависимость от того, как они освещены Солнцем. Галилей даже провёл первую оценку высот гор на Луне по длине тех теней, которые они дают.

Второй момент. Он увидел спутники Юпитера. Спутники Юпитера до него никто не наблюдал. Слишком слабо зрение человеческого глаза для этого. А модель спутников Юпитера — их движения — сразу дала модель всей Солнечной системы. Вот у вас есть центральное тело, вокруг него обращаются спутники. Это то, чего в старых системах мира не было.

Третье, что он сделал — он увидел фазы Венеры. Опять-таки, по преданию, как говорят, мать Кеплера обладала настолько острым зрением, что фазы Венеры видела невооружённым глазом. Действительно, есть некоторое количество людей — их немного — у которых зрение очень острое. Угловой размер Венеры чуть меньше, чем одна угловая минута,

это как раз ниже предела среднего углового разрешения нормального человеческого глаза. Все вы, наверное, видели Венеру в качестве светящейся точки — никто же из вас серпика-то не видел. Но вот говорят, что отдельные люди могут наблюдать. Галилей увидел не просто серпик у Венеры. А он увидел изменение фаз Венеры — то есть сначала тонкий серпик, когда Венера близко к Солнцу. Потом она удаляется, угловой размер уменьшается, а серп увеличивается. И тем самым — из наблюдения фаз Венеры — чётко понятно, что Венера вращается вокруг Солнца. Сначала она находится между Землёй и Солнцем, имеет наибольший размер и узкий серпик. Потом она отодвигается в сторону — её размер уменьшается, размер серпика увеличивается. Заходит за Солнце и потом возвращается опять с другой стороны. Это прямое визуальное чёткое наблюдение обращения Венеры вокруг Солнца.

Тем самым Галилей провозгласил, что он даёт наблюдательное подтверждение системы Коперника. Собственно, это и вызвало ту реакцию неприятия не только в научных кругах. Почему — понятно, ни у кого таких мощных инструментов на тот момент не было, и, соответственно, верифицировать эти результаты было очень сложно. Нужно было ждать некоторое время, пока образованные люди обзавелись такими инструментами и стали видеть то же самое, о чём говорил Галилей.

Кстати, примерно в то же самое время (в 1603 году) в Италии образовалась Академия Линчеев. Линчеи — это ‘рысьеглазые’ в дословном переводе. Это было сообщество людей, занимавшихся наблюдениями небесных объектов и обсуждениями своих результатов, сравнением увиденных деталей. А называли они себя рысьеглазыми именно потому, что рысь считается очень зорким хищником, обладающим большой остротой зрения.

И ещё один объект, который Галилей наблюдал с помощью подзорной трубы и увидел — это разрешение Млечного Пути на отдельные звёзды. Млечный Путь — как вы знаете — это светлая полоса, которая идёт по небу. Абсолютно все люди её видели. Абсолютно все люди до тех пор воспринимали её как некое свечение — ну мало ли что на небе светится. . . И радуги бывают, и гало, и зарницы, и заря восхода и заката. . . Всё что угодно может светиться. . . Облака подсвечиваются. . . Но это всё непрерывное свечение. Применение подзорной трубы Галилеем показало, что Млечный Путь — это на самом деле скопление звёзд. Это не полоса, непрерывно размазанная, а большое количество маленьких звёздочек. Теперь мы знаем, что это — плоскость нашей Галактики. Действительно та плоскость, относительно которой звёзды нашей

Галактики концентрируются и проецируются на наше небо в виде такой полосы.

И последний момент, который удалось наблюдать — это пятна на Солнце. С этим связано ещё два аспекта. Во-первых, пятна на Солнце известны были давно и до Галилея. Напрямую их увидеть нельзя не потому, что Солнце маленькое. Солнце достаточного размера. Оно очень яркое, оно ослепительно яркое. И поэтому на Солнце нельзя смотреть прямо никогда — это напоминание уже в рамках техники безопасности — глаза сожгёте.

Но бывали эпохи, когда либо в силу каких-то причин (например, в ходе вулканических выбросов или это было связано с большими пожарами) случалось замутнение атмосферы достаточное, чтобы убрать яркость Солнца до приемлемой величины, чтобы диск Солнца был виден (особенно, если близко к горизонту) как красный круг. Тогда с достаточно древних времён, по крайней мере с эпохи Средневековья, действительно, во многих летописях (и в западных, и в наших — российских) отмечено, что на Солнце действительно есть странные образования в виде чёрных пятен. Но опять-таки, по религиозным соображениям особенно обсуждать эту тему не приходилось. Потому что как это? — на Солнце пятна — это неприлично!

Галилей действительно пытался наблюдать солнечные пятна. Для него это было принципиальным вопросом из соображений миропонимания. И говорят, что по наблюдению этих пятен он даже сделал первую оценку периода обращения Солнца (пятна же перемещаются вместе с Солнцем, вращаются по диску). Но для того, чтобы наблюдать солнечные пятна, нужно применить подзорную трубу для того, чтобы поднять разрешение. Но нужно как-то ослаблять световой поток. Вопрос — как затемнять тот солнечный поток, который шёл через подзорную трубу. По видимому, Галилей не соблёл в этом вопросе достаточно правила техники безопасности... Напрямую Солнце наблюдать через подзорную трубу нельзя никогда — вы глаза испортите. Вот у него произошла примерно такая же вещь. В итоге многолетних наблюдений, которые он вёл, у него произошло поражение сетчатки глаза и к концу жизни, как вы знаете, Галилей ослеп полностью.

Понятно, что нужно было сделать более простую вещь. Нужно было сделать «традиционный» телескоп. Применить линзу, но проецировать изображение Солнца на экран. Тогда глаза ничем не рискуют. Изображение солнца строится на экране и вы все эти пятна прекрасно видите. Современные учебные школьные телескопы построены именно по такому принципу.

Несколько слов о других астрономических юбилеях, которые отмечались в 2009 году.

Во-первых, те же 400 лет прошли со времени публикации книги Кеплера «Новая астрономия». А в этой книге Кеплер изложил три основных закона планетных движений, которые он тогда открыл. То есть теория Коперника была подтверждена не только наблюдениями Галилея в телескоп, но и законами Кеплера, которые описывают обращение планет вокруг Солнца.

В 2009 году исполнилось 170 лет со дня основания Пулковской обсерватории. Тоже довольно знаменательный юбилей. По крайней мере в масштабах нашей страны точно. В 1839 году Пулковская обсерватория была открыта — и это до сих пор крупнейшая и главная обсерватория нашей страны.

80 лет тому назад — в 1929 году — был построен и открыт Московский Планетарий.

Ну и наиболее крупный юбилей состоит в том, что 50 лет тому назад в Советском Союзе была начата реализация лунной программы. Соответственно, были посланы аппараты «Луна-1» (который пролетел вблизи Луны — это был первый уход космического аппарата за пределы окрестностей Земли). «Луна-2» не только долетела до Луны, но и ударились в неё (тогда это называлось доставкой вымпела). По крайней мере, что называется, факт попадания в другое небесное тело состоялся. И «Луна-3» в 1959 году облетела вокруг Луны и сфотографировала её обратную сторону. Это — тоже принципиальный результат, достигнутый в Советском Союзе полвека назад.

Одним из философских вопросов для людей всех времён и народов был такой: можно ли вообще в принципе посмотреть как-нибудь на обратную сторону Луны? Коль скоро Луна всегда к нам повернута всегда только одной стороной. Оказалось, что можно. Только туда нужно было запустить ракету с фотоаппаратом, что и было сделано.

Ну и самый известный юбилей прошедшего 2009 года — это 40 лет высадки человека на Луну. Это было сделано американцами в 1969 году. Как вы знаете, общая программа «Аполлон» содержала около 10 полётов и посадок. Она была успешно выполнена. Люди на Луне побывали, ходили, покатались, поковырялись. Привезли на Землю десятки килограмм лунного грунта, с которым с большой радостью здесь — в лабораторных уже условиях — знакомились. Думали — из чего же Луна была сделана, как Луна образовалась... В общем — это всё, конечно, в дополнение к 40-летию первого выхода человека на другое небесное тело.

2. Почему Луна — спутник маленькой Земли, а не огромного Солнца? Почему одни небесные тела — чьи-то спутники, а другие — «в свободном полёте»? Могут ли спутники «переходить» от одного хозяина к другому? И вообще, если встречаются два тела, то кто вокруг кого «должен» обращаться?

Наблюдая Луну со своей Земли, мы привыкли считать и называть её спутником Земли. Напомним, что масса Луны составляет примерно 0,0123 массы Земли¹⁴. Поэтому, анализируя движения Земли в Солнечной системе, можно пренебречь влиянием Луны и при этом получить достаточно точные результаты. А влияние Луны, соответственно, рассматривать как небольшую добавку.

Но если посмотреть на всю Солнечную систему в целом с большого расстояния, то утверждение «Луна — спутник Земли» станет совсем неочевидным. Траектория¹⁵ движения Луны вокруг Солнца почти ничем не отличается от траекторий (орбит) обычных планет. На ней нет никаких «петель». (Хотя вполне естественным было бы считать, что Земля движется по орбите вокруг Солнца, а Луна «накручивает петли» вокруг Земли. Но это — заблуждение.) На «вокругсолнечной» траектории Луны нет даже «волнистости» (нет точек перегиба, как сказали бы математики), связанной с оборотами Луны вокруг Земли.

Вопрос о том, считать ли Луну спутником Земли или самостоятельно летающим вокруг Солнца объектом — это всего лишь вопрос названия. Более подробно ознакомится с различными доводами на тему «Луна — спутник или планета?» можно, например, в заметке с таким названием, опубликованной по адресу <http://astronet.ru/db/msg/1171221> на астрономическом портале «Астронет».

В принципе, нам ничто не мешает считать Луну и спутником Земли, и спутником Солнца. Как это не покажется странным, траектория Луны в системе отсчёта Земли действительно «похожа» на орбиту спутника Земли, а в системе отсчёта Солнца — на орбиту спутника Солнца.

Ещё одна точка зрения — считать систему «Земля+Луна» двойной планетой Солнечной системы.

Но всё это — исключительно вопросы названий и обозначений, сложившихся по историческим и практическим причинам. Планеты и другие тела Солнечной системы движутся совершенно независимо от того, как мы их называем.

¹⁴Обратите внимание: это число удобно для запоминания.

¹⁵Мы употребили слово «траектория» вместо «орбита» с целью избежать путаницы из-за привычки считать, что орбита Луны проходит вокруг Земли.

Вопрос о том, будет ли одно тело спутником другого, «решается» в зависимости от относительной скорости тел. Если у предполагаемого спутника скорость большая — ему хватит кинетической энергии для того, чтобы преодолеть гравитационное притяжение предполагаемой планеты-хозяйки и больше никогда к ней не возвращаться. Если скорость окажется недостаточной — тело станет спутником планеты и будет вращаться в окрестности этой планеты по периодической траектории. (Конечно, если траектория спутника не пересекает поверхность планеты: иначе спутник в планету врежется и прекратит своё существование.)

Пограничная скорость (меньше — станет спутником, больше — улетит навсегда) называется второй космической и вычисляется по формуле

$$v_2 = \sqrt{2G \frac{M}{R}},$$

где $G \approx 6,674 \cdot 10^{-11} \text{ м}^3 \text{ с}^{-2} \text{ кг}^{-1}$ — гравитационная постоянная, M — масса планеты, R — радиус планеты (если вторая космическая скорость вычисляется для точки на поверхности планеты) или расстояние от предполагаемого спутника до центра планеты. В данном случае важна только величина скорости предполагаемого спутника по сравнению со скоростью v_2 , от направления скорости предполагаемого спутника результат не зависит (если только траектория спутника не пересекается с планетой).

Вторая космическая скорость Земли в окрестностях поверхности Земли составляет 11,2 км/с. Все наши земные спутники пролетают мимо нас с меньшими скоростями. Всё, что пролетает мимо нашей Земли быстрее, мы можем наблюдать только один раз — эти тела находятся «в свободном полёте» относительно Земли.

Для того, чтобы «убежать» от Солнца и не стать его спутником (то есть улететь за пределы Солнечной системы), достаточно иметь скорость 16,2 км/с относительно Земли и удачное направление этой скорости («складывающееся» со скоростью орбитального движения Земли вокруг Солнца).

Спутники могут переходить от одного «хозяина» к другому. Искусственные спутники Земли не раз перелетали с околоземной орбиты на орбиты вокруг Луны, Марса, Венеры, Юпитера, Сатурна, а также, в ряде случаев, после этого возвращались обратно на околоземную орбиту. Все эти манёвры, конечно, осуществлялись с использованием двигателей космических аппаратов (естественно, для экономии топлива

и ресурса двигателей в максимально возможной степени используются гравитационные поля Земли, Луны и планет — выполняются так называемые гравитационные манёвры).

Понятно, что в принципе естественные космические тела от искусственных принципиально ничем не отличаются и, теоретически, могут совершать такие же «манёвры». Для этого необходим природный механизм, эффект от которого будет аналогичен эффекту от работы двигателей. Таким механизмом может стать, например, взаимодействие с другими космическими телами (как гравитационное притяжение, так и прямое столкновение).

По поводу многих спутников планет Солнечной системы есть гипотезы о том, что эти спутники изначально являются бывшими астероидами и были «захвачены» планетами. Однако прямых наблюдений такого поведения для сколько-нибудь крупных объектов Солнечной системы не имеется. (Совсем мелкие объекты, постоянно сталкиваясь между собой, образуют разлетающиеся осколки, среди которых могут находиться и такие, которые по своим скоростям формально могут называться спутниками).

В то же время в шаровых звёздных скоплениях звёзды движутся по очень сложным траекториям, постоянно взаимодействуя между собой. Такие взаимодействия формально можно считать переходами с орбиты на орбиту, о которых говорится в вопросе.

Два космических тела, впервые встретившись друг с другом, скорее всего вообще не образуют систему типа «планета—спутник», а просто пролетят мимо друг друга и разлетятся вновь, провзаимодействовав и изменив свои скорости и траектории. Действительно, до момента встречи они находились на большом (бесконечном) расстоянии друг от друга и обладали соответствующей взаимной потенциальной энергией. В момент сближения эта энергия частично преобразуется в кинетическую, обеспечив скорость, достаточную для того, чтобы космические тела смогли разлететься вновь (полная энергия сохраняется).

Для образования системы «планета—спутник» в этой ситуации необходимо взаимодействие с другими телами, которое могло бы уменьшить взаимную скорость.

В системе двух космических тел «планета—спутник» планетой обычно называют более тяжёлое, а спутником — имеющее меньшую массу. В любом случае спутник будет вращаться не вокруг центра планеты, а вокруг общего с планетой центра масс. Вокруг этого же центра масс будет вращаться и сама планета. Например, центр масс

системы Земля—Луна находится на расстоянии 4750 км от центра Земли. Напомним, что радиус Земли составляет около 6370 км. То есть центр околоземной лунной орбиты лежит внутри Земли (хотя и ближе к поверхности, чем к центру Земли), поэтому можно сказать, что «Луна вращается вокруг Земли». Но, как мы уже выяснили в начале разбора этого задания, утверждение «Луна — спутник Земли» нуждается в существенных пояснениях и комментариях. Это же относится и ко многим другим системам «планета—спутник».

3. *Что изучает наука гляциология? Почему именно гляциологические исследования во всем мире стали так актуальны в последнее время? (Кстати, немецкое слово «Glatze» означает 'лысина').*

Гляциология — наука о природных льдах. Вообще о природных льдах.

Первоначально имелись ввиду альпийские ледяные вершины, покрытые льдом и снегом. И вообще ледники горных вершин. В процессе естественного развития этого научного направления в область исследований затем также были включены льды Арктики и Антарктиды, областей вечной мерзлоты¹⁶, сезонные ледяные и снежные покровы средних широт Земли, образующиеся в холодное время года.

Ледники содержат существенное количество воды и других веществ, высвобождение которых (или, наоборот, фиксация в состоянии оледенения) может существенно повлиять на земной климат в целом (а также на природные условия в месте расположения самого ледника). В свою очередь процесс намерзания ледника зависит от внешних условий (а состав атмосферы непосредственно фиксируется в намерзающих слоях ледника). В связи с различием процессов образования ледников зимой и летом во льдах образуются годовые слои, что делает возможной датировку каждого конкретного образца ледника с точностью до года и сезона. Исследование годовых ледниковых слоёв позволяет получить огромный объём информации о земном климате за прошлые годы за период десятки тысяч лет, обнаружить вмёрзшие в ледник точно датированные объекты и примеси. Всё это представляет огромный научный интерес.

В последние годы, в связи со значительными успехами в изучении поверхностей других планет и небесных тел Солнечной системы, в сферу интересов гляциологии также вошли обнаруженные там льды —

¹⁶Изучение грунта зон вечной мерзлоты выделяется в отдельное научное направление — геокриологию (мерзлотоведение)

как, собственно, водяные (H₂O), так и «льды», состоящие из других летучих веществ и не встречающиеся на Земле. Эти инопланетные льды во многом сходны с земными по своим свойствам и методам изучения.

Известен военный поход полководца Ганнибала через Альпы в 218 году до нашей эры, во время Второй Пунической войны. Этот горный переход по дошедшим до нас сведениям был осуществлён с использованием слонов, оказавшихся вполне подходящими вьючными животными в высокогорной местности. Наука гляциология уже тогда приобрела практическое значение для людей, по каким-либо причинам путешествовавших в горах. . .

А причём здесь немецкий косметологический термин Glatze (‘лысина’ в переводе на русский язык)? Понятно, что гляциологические исследования к косметологии отношения не имеют. Гляциологические исследования — это исследования природных льдов. (Кстати сказать, не только на нашей планете, но и на других тоже. Там они тоже есть.) Дело вот в чём. Гляциологическая наука началась, естественно, в Альпах. Где же ещё ей начинаться. . . ¹⁷

Потом, кстати, немецкое слово Glatze трансформировалось в английское glather (глетчер) — ледник (горный ледник).

Альпы — очень высокая горная система в центре Европы. На вершинах и склонах гор — ледники. Они все обледенелые. И ледники с вершин спускаются в долины.

Вид блестящего ледника, спускающегося с горы в долину через заросший вокруг густой лес — блестящая поверхность, опушённая мохнатым лесом вокруг.

Если посмотреть портреты (или, скажем, карикатуры) на священников периода Средней Европы (в те времена, напомним, было принято выбривать тонзуру¹⁸) — точно вот именно оно, Glatze. Ровное и гладкое, блестящее посередине и пушистое по бокам.

Два слова о том, откуда берутся природные льды и где они бывают. Помимо высокогорных ледников, начиная с альпийских и кончая всеми остальными, где у нас ещё есть льды? У нас есть ещё арктические морские льды — плавающие, достаточно толстые для того, чтобы приходилось пробиваться через них с помощью ледоколов. У нас есть огромные

¹⁷История слова «альпинизм» оказалась похожей. И сейчас оно также относится не только к Альпам, а вообще к любым горам на Земле.

¹⁸Тонзура — выбритое место на макушке. Знак принадлежности к духовенству в католицизме. Этот обычай известен с 6 века. Тонзура была отменена папой Павлом VI с 1 января 1973 г.

оледенения материков. В Антарктиде толщина льда достигает 4,5 км. Но это потому, что это — большой материк, «приехал» примерно 200 миллионов лет назад на Южный полюс, занял эту позицию и, естественно, нарастил вот такой четырёхкилометровый панцирь льда над собой.

В Северном полушарии аналогичное материковое оледенение носит Гренландия. Хотя Гренландия считается островом. Но по размерам это объект уже субматерикового масштаба.

Кроме этого, у нас есть вечная мерзлота (которая охватывает значительную территорию России).

Что у нас есть ещё? По нашей планете пока всё.

Как ледники образуются? Откуда они берутся? Если вы живёте в нормальном тёплом климате, на уровне моря, скажем где-нибудь в Сочи. Купаетесь в тёплом хорошем море. . .

Испаряющаяся с поверхности моря вода в виде пара путешествует с воздушными массами. И начинает, допустим, двигаться на север. А там Кавказские горы. При поднятии воздуха, насыщенного водяным паром, вверх, воздух, переходя в зону более низкого давления, расширяется, за счёт этого охлаждается. А при охлаждении происходит фазовый переход воды из пара в другую фракцию. Как правило, это дождевые капли. А при более высоком поднятии эти капли замерзают — получаются льдинки.

Соответственно, на всех торчащих выше определённого уровня возвышенностях — а все горы таковыми возвышенностями являются — набегающие воздушные массы неизбежно приносят этот прошедший фазовый переход водяной пар, и он туда отлагается в виде твёрдых осадков, то есть снега. Снег со временем прессуется — получается лёд.

И этот лёд накапливается. Толщина горных ледников может достигать сотен метров. А в Антарктиде, как сказано выше, больше 4 километров. Антарктида, кстати — тоже горный ледник, просто очень большой. Антарктида — это большой материк, типа Австралии. Там есть свои горные системы, свои долины. И большая часть Антарктиды находится ниже уровня моря только потому, что вышележащий ледник её туда продавил своей тяжестью. А так вот там действительно до 4,5 км льда уже накопилось за то время, пока сверху идут не очень интенсивные осадки.

И так все ледники образуются на вершине горы и потом под действием силы тяжести начинают своё движение вниз. Лёд — это не абсолютно твёрдое тело, а аморфная, вязкая система. Она может быть подобна либо стеклоподобному телу, либо такой очень вязкой жидкости.

То есть лёд способен к определённым течению. И начинает сползать сверху вниз по долинам, формируя характерные долины сползания ледников.

Это всё очень красиво! Если вдруг происходит катастрофическое таяние ледника, то это становится не только красиво, но и опасно. По крайней мере, большинство катастрофических наводнений, селевых потоков и других неприятностей, которые происходят в горных районах, связаны именно с тем, что в горах либо происходит ливневое выпадение дождевых осадков, либо по тем или иным причинам (скажем, резкое потепление) начинается слишком интенсивное таяние горных ледников с соответствующими вытекающими отсюда последствиями.

Скорости движения ледников могут быть довольно значительными. Начиная от нескольких сантиметров и кончая метрами в неделю. В самом катастрофическом случае, когда ледник выходит на горный уступ, может образоваться так называемый ледопад, то есть начнётся просто откалывание кусков этого ледника. Все те, кто так или иначе соприкасается с горным альпинизмом, горным туризмом, с гляциологией как таковой, — прекрасно знают, что это очень красивое зрелище. Те, кто не соприкасается — найдите в интернете, и вам покажут очень красивые картинки на эту тему.

Последнее время было замечено, что многие ледники начали отступать довольно быстрыми темпами. То есть отмечается не только сезонный, но и вековой тренд в таянии ледников. Одним из знаковых событий было то, что ледники на горе Килиманджаро исчезли. Килиманджаро, как вы знаете, находится в экваториальной Африке. Это самая высокая вершина в Африке. Во всяком случае Килиманджаро — такая показательная точка: в центре Африки высокая гора с ледниками и вот там эти ледники несколько лет тому назад окончательно растаяли¹⁹.

Вопрос о климатических вариациях — вопрос непростой. Когда готовился этот Турнир, когда составлялись вопросы — это был сентябрь 2009 года, тогда всюду разворачивался шум по поводу глобального потепления. Просто был пик этого ажиотажа. За время, которое прошло с момента проведения конкурса — всего-то 3 месяца — уже случился климат-гейт²⁰, который всем вам хорошо известен. Вот это собрание

¹⁹Скорее всего исчезновение ледника вызвано не увеличением температуры, а снижением влажности воздуха и, как следствие, сокращением количества снежных осадков на леднике, которых перестало хватать для компенсации потерь на таяние.

²⁰Скандал вокруг теории глобального потепления, связанный с утечкой и распространением в интернете в ноябре 2009 года информации из отделения климатологии университета Восточной Англии в Норидже.

желающих в Копенгагене прошло... Поэтому все прекрасно теперь понимают, что здесь слишком много политики... А в климатологии как в науке не слишком много ясности, скажем так.

То есть климат Земли является безусловно очень сложной, очень комбинированной системой, на которую влияют многие факторы, влияют причём с разными знаками, с разной интенсивностью и переменностью во времени. По этому говорить о том, что у нас в ближайшее время — глобальное потепление ли, глобальное похолодание — это вопрос спорный.

Хотя, если мы говорим о гляциологии, за последний многолетний тренд действительно имеет место отступление ледников. Собственно говоря, в этом главный смысл актуальности. Того, какую многолетнюю динамику имеют ледники.

Ещё один момент — о тех исследованиях, которые связаны с ледниками. Ледники — это многолетний слой накопления осадков (не просто многолетний — а, вообще говоря, многомиллионлетний). Последнее время больших успехов достигли исследования ледяных кернов в ледниках. Сначала это начали делать в Гренландии — это на масштабах примерно сотен тысяч лет. Потом в Антарктиде — уже сейчас анализируются многие сотни тысяч лет по возрасту.

Происходит это так. Выпиливается очень высокий керн льда из больших глубин — из тех слоёв, которые образовались, соответственно, очень давно. Вот примерно с такими характерными временами — сотни тысяч лет. И в толще льда оказываются пленёнными определённые пузырьки газа. Потому что, напомним, любой лёд всегда образуется за счёт прессования снега, который выпал в определённый снегопад. Между снежинками всегда есть пустоты с воздухом. Они потом прессыются и остаются в виде микроскопических пузырьков воздуха. Вот в этих пузырьках воздуха содержится информация о газовом составе атмосферы в ту эпоху, когда формировался данный слой ледника. А также в этих пузырьках находят и многочисленные биологические объекты, которые были тогда там — пыльцу тогдашних растений, семена, помёт водившихся на леднике животных, перья, шерсть, микроорганизмы и т. п.²¹

Всё это — помимо того, что это безумно интересно, позволяет, самое главное, построить очень долгопериодические температурные тренды о том, каким был климат Земли десятки тысяч лет назад, сотни тысяч лет

²¹ Бактерии вполне могут сохранить жизнеспособность всё это время. Иногда удаётся добиться и прорастания древних семян растений.

назад, ну — немножечко, с не очень большой точностью — миллионы лет назад.

Два слова о льдах на других планетах. Где на других планетах лёд точно есть?

Совершенно точно — уже и увидели, и сфотографировали, и даже поскребли и потёрли, что называется — лёд есть на Марсе. Полярные шапки Марса давно известны, наблюдались, всегда было понятно, что это твёрдая углекислота («сухой лёд» CO_2). В последние годы с помощью спектральных исследований с борта космических аппаратов, которые Марс сначала облетели и потом на него сели в нужные места, стало понятно, что под сухим льдом углекислоты есть ещё и «настоящий» водяной лёд H_2O в довольно больших количествах.

Когда сделали фотографирование Марса целиком как планеты — оказалось, что лёд H_2O (водяной лёд) присутствует не только в полярных зонах, но и в обширных районах по северному и южному полушарию. И даже есть некоторые зоны в экваториальном поясе Марса, где лёд присутствует в качестве грунтового льда. То есть не на поверхности, а скрытым под определённым слоем грунта. Толщина этого грунта обсуждается в разных ситуациях. Где-то она может составлять сотни метров (в зависимости от интенсивности выпадения осадочных пород), где-то — десятки метров, а где-то — ещё тоньше. И вот в последнее время появились снимки с марсовых орбитальных аппаратов, на которых сфотографирован в динамике процесс выпадения метеоритов на поверхность Марса и выбивания этими падающими метеоритами кратеров во льду. То есть сначала есть ровная поверхность Марса — грунтовая пустыня, снимок одной эпохи. Через некоторое время зона фотографируется ещё раз — там образовался новый после падения метеорита кратер, видно, что он голубого цвета (по визуальным и спектральным наблюдениям), то есть ударом метеорита вскрывается, сбрасывается верхний грунтовый слой, открывается воронка льда. Потом проходит ещё некоторое время — третья фотография этого же района: тот лёд, который был обнажён, он испаряется довольно быстро; кратер остаётся, но он остаётся покрытым опять-таки грунтовой коркой, голубое ледяное образование исчезает.

Со льдом на Марсе (понятно, что это вода) связан существенный вопрос о том, каковы концентрации солевых растворов в этом льду. Соответственно, насколько близок состав этого солёного льда к тому, что встречается на Земле. По-видимому, достаточно близок. По тем или иным температурным условиям (опять-таки в первую очередь в

экваториальных зонах) возможно образование жидких фракций этого сильно-солёного льда, то есть его подтаивание. И с этим связаны не только огромные динамические процессы типа оползней на Марсе, которые тоже наблюдаются и сфотографированы. . .

Но и самый главный вопрос: есть ли жизнь на Марсе актуальная, ныне здравствующая, и в каких формах она может быть найдена реально? Наиболее перспективной зоной по Марсу считается как раз зона подгрунтового льда. В ней есть некий аналог вечной мерзлоты — то, что есть на нашей планете Земля.

Есть, конечно, полностью обледеневшая планета. . . Но это не планета, а планетное тело — спутник Юпитера Ганимед, например. Он полностью покрыт ледяной коркой. Там разный химический состав этого льда. То есть кроме водяного льда там могут присутствовать, естественно, льды и твёрдой углекислоты, и других летучих веществ. Но во всяком случае те крупные планетные тела — в первую очередь, конечно, спутники планет-гигантов, которые пребывают на окраине Солнечной системы и существенно слабее освещаются Солнцем, чем Земля, — по видимому так или иначе несут на себе значительные объёмы льда, или вообще покрыты ледяным панцирем.

А дальше возникает вопрос о том, что под этим панцирем может скрываться и что мы там можем найти, когда туда доберёмся.

Два слова о последнем эксперименте по поводу Луны. Сначала, опять-таки, лунный орбитар сделал обзор Луны в целом и посмотрел, какие области перспективны с точки зрения обнаружения льда на Луне. Понятно, что на абсолютном большинстве поверхности Луны льда не может быть, потому что днём температура там примерно +200, а ночью —200 градусов Цельсия. Естественно, если бы лёд был поверхностным или приповерхностным — он давно бы испарился в газовую фазу и ушёл в космос. Поскольку на Луне нет атмосферы, испарение происходит сразу в космическое пространство.

Уже много лет назад были обоснованные предположения, что лёд (вернее — снежный иней) может концентрироваться в тёмных кратерах. На полюсах Луны — на северном и на южном — есть такие кратеры, в которые, благодаря полярному положению и определённой глубине, внутрь никогда не засвечивает Солнце. То есть это такие воронки, которые всегда закрыты от солнечного света, и там может оседать лёд и снежная пыль с падающих на Луну комет. И там, соответственно, накапливаться — типа нашего земного инея.

Действительно, орбитальными наблюдениями были найдены обла-

сти, где на Луне выявлены аномально высокие содержания водорода, который по-видимому связан с водным льдом. И был проведён прямой эксперимент, когда в тёмный кратер направили ступень ракеты — для того, чтобы она там стукнулась и выбросила вещество наверх для анализа. И, соответственно, этот выброс проанализировали. Эксперимент был, но вот результаты его, по-видимому, спорные. Вода вышла. Следы молекул воды найдены. Но утверждать, что они присущи поверхностным слоям тёмного кратера, а не тому объекту, который упал на него, нельзя. Пока это точно не понятно. То есть этот вопрос ещё имеет право быть в дальнейшим исследованным.

4. В качестве одной из возможных первопричин крушения аэробуса над Атлантикой (А-330 «Эр Франс», 01.06.2009) рассматриваются так называемые «спрайты». Что это за явление и почему спрайты могут быть опасны для полёта самолётов?

В широком смысле словом «спрайты» называли загадочные, малоизученные явления в атмосфере, сопровождающиеся свечением (английское слово sprite — фея, эльф, волшебство).

По мере изучения атмосферы название «спрайты» закрепилось за вполне определёнными грозовыми явлениями в верхних слоях атмосферы — «молниями наоборот». То есть молниями, направленными из грозовых облаков вверх, а не к поверхности земли.

Научный и практический интерес к этим явлениям возник в том числе и в связи с безопасностью полётов самолётов.

Обычные грозы, в том числе прямые попадания молний в корпус летящего самолёта, как правило, не приводят к трагическим последствиям. Хотя грозы и являются для самолётов дополнительными нежелательными факторами риска.

В связи с чем принята практика обхода грозовых фронтов сбоку или сверху. В последнем случае и существует опасность попадания в самолёт спрайта. Хотя в целом метеоусловия над грозовыми облаками более благоприятные, чем внутри этих облаков.

Спрайт является более мощным электрическим разрядом, чем обычная молния. Соответственно, его взаимодействие с самолётом может привести к более серьёзным последствиям.

Спрайт скорее всего не нанёс прямых повреждений конструкциям самолёта. Наиболее вероятной является версия потери управления самолётом — отказ электронных систем управления под действием мощного электрического разряда — с последующим развитием неуправляемой аварийной ситуации. Точную причину аварии назвать невозможно:

в момент аварии с самолётом не было радиосвязи, а бортовые самописцы («чёрные ящики») после аварии остались на дне океана, изучить их не удалось.

Поставленный вопрос соединяет в себе две компоненты. С одной стороны — это компонента геофизическая, ну и вообще — физическая (скажем так, применимая не только к нашей планете, но и к другим планетам тоже). А другая проблема — скорее технологическая. Но, как это часто бывает в жизни, эти проблемы тесно переплетаются.

Геофизика. Спрайты — это молнии в верхней части грозовых облаков.

Что такое гроза — все мы знаем. Грозы бушуют на этой планете уже порядка 4 миллиардов лет.

Те грозы, которые мы хорошо знаем — это нижняя часть облаков. Это молнии из облака в землю. Собственно, чего мы обычно и боимся. Но мы никогда (до сих пор по крайней мере) не заглядывали на грозовые облака сверху. Оказывается, что сверху из них бьют гораздо более мощные молнии и гораздо более масштабные — вверх, в ионосферу.

Всё вместе — Земля, ионосфера, грозы между ними и так называемые токи хорошей погоды образуют замкнутый электрический контур, который называется «глобальная электрическая цепь Земли».

Грозы, которые работают в тропосфере, являются динамо-машиной, то есть производителем энергии глобальной электрической цепи. Они разряжаются нижними молниями вниз на землю. А сверху идут аналогичные молнии вверх, в ионосферу.

Понимание того, как этот механизм работает, пришло недавно, а опасность верхних молний (собственно спрайт — это молния из грозового облака в ионосферу) стала осознаваться совсем недавно. Во-первых, потому, что их стали целенаправленно наблюдать. А во-вторых, потому, что по-видимому они могут быть ответственны вот за такие техногенные катастрофы, когда лётчики пытаются обойти грозовой фронт сверху.

Давайте рассмотрим, что происходит над нашими с вами головами — в атмосфере; и, в частности, во время грозы. Вот образовалось грозовое облако. Здесь происходит мощное движение и процессы конденсации — превращение пара в капельки воды. Маленькие капельки воды быстро растут и падают вниз. Процесс роста капелек воды — этой лавинной конденсации — приводит к их электрическому зарядиванию. Таким образом, грозовое облако — это облако, где идёт очень мощный процесс конденсации капелек. А потом гравитационное разделение — капли рас-

тут быстро, становятся крупными, тяжёлыми и быстро падают вниз — приводит не просто к образованию электрических зарядов в облаке, а к их пространственному разделению²².

На более крупных каплях, которые находятся в нижней части облака, накапливаются отрицательные заряды, а в верхней части облака — положительные. Возникает сильное (за счёт интенсивности образования капелек) электрическое поле. А в экваториальной зоне интенсивность грозовых явлений во много раз превосходит те грозы, которые мы можем наблюдать у нас, в Москве. Электрические напряжения здесь могут достигать миллионов и миллиардов вольт.

Естественно, электрический заряд нижней границы облака притягивает к себе соответствующие заряды с земли. И при необходимых условиях возникает электрический пробой в виде молнии. Это всё мы прекрасно наблюдаем на земле. Одновременно происходит около полутора тысяч гроз — по всему земному шару. И каждую секунду случается примерно 50 молний. Так что это — явление обычное.

Если на земле есть какие-нибудь выступы — типа колоколен, телебашен, одиночно стоящих деревьев, не очень умных людей, которые пошли в поле погулять во время грозы, горных вершин — то, естественно, в эту область происходит предпочтительный электрический разряд с нижней границы облака на землю.

Токи в молниях, когда за счёт пробоя атмосферы происходит электрический разряд, там достигают сотен тысяч ампер. При ударе такой молнии в поверхность земли могут возникать воронки размером в десятки сантиметров. Происходит резкий нагрев вещества, его практически взрывной выброс. Наблюдались случаи плавления металлических предметов, в которые била молния.

Что мы делаем во время дождя? Укрываемся зонтиком и бежим в укрытие, когда гремит гроза. И правильно делаем. . .

И поэтому человечество до сих пор обращало внимание на то, что это-то происходит на высотах порядка километра-двух. Это — нижние молнии. Но мы практически не наблюдали того, что происходит во время грозы выше. А выше происходят очень похожие явления, к сожалению. . .

Теперь мы возьмём больший масштаб. Наша атмосфера состоит из нескольких слоёв. Есть нейтральная атмосфера, в которой мы с вами

²²Электрические явления в грозовых облаках очень разнообразны и изучены далеко не до конца. С более подробным популярным изложением этого вопроса можно ознакомиться, например, по адресу <http://meteoweb.ru/phen035.php>

живём — так называемая тропосфера. Здесь (характерная высота 10 км) часто возникают облака. Нижняя граница облаков может опускаться меньше километра. Верхняя граница облаков — особенно в тропической зоне, там, где восходящие потоки очень мощные — может подниматься до 17 км. Фактически облака выходят уже в стратосферную зону.

А вот выше 100 км находится зона ионосферы. Молекулы воздуха там являются ионизированными, атмосфера — проводящая.

То есть у нас есть два проводника. С одной стороны — это поверхность Земли. В которой очень много — везде, всегда — воды, чаще всего солёной. И, соответственно, Земля является достаточно хорошим проводником электричества. Вторым проводником электричества является ионосфера. Возникает конденсатор. И вот между этими «обкладками» накапливаются заряды. Генератором этих зарядов являются как раз грозовые облака. Вот здесь возникла гроза. Молнии «бьют» из облаков в поверхность земли. И точно также они бьют вверх, в проводящую ионосферу.

Так вот спрайты — это верхние молнии. Которые мы раньше просто не слишком часто наблюдали. Вернее даже наблюдали, но не отдавали себе отчёта в том, что мы собственно наблюдаем. Эти верхние молнии обычно люди наблюдают — думаю, что большинство из вас их наблюдало, но не отдавало себе в этом отчёт — в виде зарниц. Если вы находитесь от зоны грозы достаточно далеко, то вы саму грозу не видите — она у вас за горизонтом. А эти молнии, которые бьют вверх — вы видите. Не слыша звука, естественно — звук на таком расстоянии не доходит. Но вот эти вспышки вы можете видеть в качестве зарниц загоризонтных гроз.

Естественно, все эти явления наблюдались из космоса. Люди достаточно давно летают в космос. Но тогда не обращали на это достаточного внимания: ну понятно, что внизу грозовое облако, всё время что-то сверкает, светится... Когда сверху смотришь на это явление... Тоже понятно — происходят вспышки в грозовом облаке — что же тут необыкновенного? Не придавали этому значения...

Кстати, говорилось об этих верхних молниях, которые условно называются спрайтами, достаточно давно. Больше полувека назад было впервые об этом сказано. Но грамотно поставленные наблюдения, которые бы позволили эти молнии реально увидеть, а дальше начать заниматься исследованиями их природы, динамики, мощности, последствий в атмосфере, к которым они приводят, начались только с 1989 года. Когда были осуществлены прямые съёмки этих спрайтов молний, бьющих из облаков вверх.

Эти молнии уходят на верх до высот около 80 км. В интернете вы можете найти видеоролики — как это выглядит. Выглядит это действительно фантастически красиво: это столб, очень похожий на фонтан — столб огня, который выплёскивается из облака вверх. Стартует он с высоты 10–15 км, а уходит на высоту 80–100 км, в зависимости от мощности и конкретных условий. Длительность очень маленькая, это всё миллисекунды происходит. Но тем не менее зрелище, конечно, феерическое. То, что у нас в виде фейерверков бывает — это жалкое подобие.

Мощность, которая сюда собирается, может оказаться существенно более высокой по сравнению с «обычной» молнией. На поверхности земли всегда есть огромное количество неоднородностей. Причём как в облаке, которое сильно турбулентное, так и на земле — в качестве объектов, куда молния может в предпочтительном порядке ударять. И поэтому характерные размеры неоднородностей — где молния будет, где не будет — это сотни метров, ну километры. Соответственно, малые объёмы накопления зарядов и малые мощности молний.

Над грозовыми облаками всё существенно более однородно. Здесь характерные масштабы неоднородностей — это уже существенно больше, чем километры. Десятки километров. И поэтому, если происходит пробой вот этой «обкладки конденсатора» — сюда может собраться мощность, намного бóльшая, чем те мощности, которые мы имеем в нижних молниях. Вот в этом — проблема. И проблема начала обостряться тогда, когда человечество начало активно летать самолётами.

Молнии бывают на всех планетах, где есть плотные атмосферы, и где есть как минимум двухфазная структура атмосферы, связанная с фазовым переходом одной из компонент, скажем, из газообразного в жидкое состояние. Для Земли это вода, которая испаряется в водяной пар или конденсируется в капельки — соответственно, образуя грозы и все грозовые электрические явления. На планетах типа Сатурна или Юпитера — там грозы гораздо мощнее (в тысячи раз), чем на Земле. Там идёт конденсация — по-видимому, либо метана, либо аммиака, либо других компонент атмосфер этих планет. И, соответственно, это привязано к тем облачным слоям атмосфер, где эти фазовые переходы встречаются. (Мощная атмосфера предполагает неоднородность температур, разделение по слоям, соответственно, мощное движение этих воздушных масс.)

Скажем, на Сатурне недавно закончилась мощная гроза, которая началась в январе 2009 года и длилась больше 9 месяцев.

Так что на других планетах тоже надо летать очень аккуратно. Когда мы начнём это делать. . .

Авиация. Чем больше человечество развивается и чем больше оно придумывает разных технологических, особенно крупных, сложных систем, тем чаще, во-первых, оно в процессе функционирования этих систем сталкивается с новыми явлениями. Причём не то чтобы принципиально новыми — а просто с явлениями, которые раньше недостаточным образом осмысливались и правильно понимались. А во-вторых, со значительно возрастающим числом сбоев этих систем. Ну это общий принцип — чем система сложнее, тем она чаще ломается. Вот топор состоит из двух элементов — топор и ручка — и то ломается. Часто, если им неправильно пользоваться.

А самолёт ломается редко только потому, что за ним тщательно следят.

Напомним, что произошло.

Самолёт шёл из Бразилии в Париж 1 июня 2009 года. Длина маршрута там порядка 6–7 тысяч километров. В зоне экватора — это была середина ночи — самолёт исчез. Перед этим с борта пришло несколько странных сообщений автоматики. (Эта зона не просматривалась локаторами и не было прямой связи с экипажем. То есть была некая мёртвая зона длиной несколько тысяч километров и протяжённостью пару часов, когда самолёт не наблюдался ни с Южной Америки, ни с европейской зоны.) С поверхности океана подобрали некоторое количество обломков и тел погибших.

Вот летит самолёт, и перед ним — грозовое облако: что делать?

Вообще, удары молний в самолёты бывают в нижних частях атмосферы довольно часто — десятки случаев в год. Самолёт в зоне взлёта, посадки, маневрирования на малых высотах довольно часто вынужден попадать в такие условия. Обычно это обходится без существенных вредных последствий. Соответствующий запас прочности уже заложен в конструкцию самолёта.

Самолёт — это металлическая конструкция, в воздухе она как бы изолирована. Если на металлический предмет попадает дополнительный заряд — он распределяется по поверхности. И с концов, со всех выпуклостей стекает. То есть с крыльев он просто утечёт, без существенных вредных последствий. В случае, если грозовой заряд не слишком мощный.

Грозы, как правило, обходят (облетают) стороной. Гроза — это дополнительная опасность для самолёта, которая никому не нужна. Но обойти грозу стороной — это потеря времени, потеря топлива и т. д. И, самое главное, это не всегда возможно, потому что грозовые

фронты, особенно в экваториальной зоне, могут быть сплошными на протяжении сотен, а то и тысяч километров. В экваториальной зоне грозовые процессы существенно более мощные и обширные, чем то, что мы наблюдаем в средней полосе, на широте Москвы.

Тогда возникает вопрос о переходе самолёта над грозовым облаком. Самолёт поднимается на высоту 12–13 км и пытается пройти сверху. Вот тут возникает такая опасность — попасть под удар спрайта (молнии, направленной из облака вверх). И, по видимому, сейчас происходит реальное осознание — насколько эта опасность существенна.

Естественно, когда вы находитесь в 100 км от грозы, вы на это можете не обратить внимания, даже если вам это спать не даёт. А вот если вы находитесь на самолёте, который туда летит, вам на это дело придётся обратить внимание.

Могу поделиться впечатлениями. Мне одно время тоже «посчастливилось» быть на трансатлантическом рейсе. Он шёл с Кубы сюда, в Дублин. И как раз возникла аналогичная ситуация — нужно было проходить грозовой фронт. Сперва всех разбудили, сказали: «Пожалуйста, пристегнитесь!» Ну, собственно, пока всё... Это был ещё ИЛ-62, у него верхний потолок примерно 12 км. Он шёл либо по верхней зоне облака, либо внутри него по верхней части. Впечатление, глядя в окно, было такое, что это вот где-то на Курской дуге находишься, и за окном всё время стреляют. Не очень весёлое впечатление... И плюс, конечно, мощная турбуленция. Потому что восходящие потоки имеют существенные вертикальные скорости, самолёт довольно хорошо трясёт. Так, как будто вы на телеге по булыжной мостовой очень быстро едете.

Напомню ещё один недавний случай. Просто яркий, но характерный. Самолёт заходил на посадку в районе Нью-Йорка. Тоже была грозовая ситуация над аэродромом. Турбуленция, которую самолёт был вынужден проходить в нижней части облака, совершая манёвры перед заходом на посадку, была такова, вертикальные ускорения были такими, что те пассажиры, которые не были пристёгнуты, стукались головами о потолок. Это иллюстрирует те скорости вертикальных движений воздуха, которые самолёт может испытывать.

Ещё раз повторю: ни один нормальный человек — а лётчики все люди нормальные, они медкомиссию проходят — намеренно в такую ситуацию не лезет. Но бывают безвыходные ситуации.

Что же может происходить с самолётом, вынужденным лететь сверху над грозовым облаком сверху? Какие физические процессы происходят с ним в атмосфере?

Как правило, увеличение электропроводности воздуха происходит за счёт космических лучей. Атмосфера Земли всегда пронизывается высокоскоростными заряженными частицами, прилетающими из космоса — «космическими лучами». Они проходят, естественно, и до поверхности Земли. Но чем дальше (ближе к поверхности), тем они больше поглощаются. Здесь их у нас принципиально меньше, чем сверху. Треки этих частиц образуют слабые ионизированные каналы в воздухе, по которым в принципе может проходить молния. И считается, что это — один из механизмов создания каналов для молний, для стекания зарядов.

В более высоких областях этих треков больше, они там гуще. И поэтому, при равной однородности, вероятность того, что в какой-то случайный трек соберётся больше энергии с большего пространства — выше.

Также ещё раз обратим внимание вот на что. В нижней части облака у вас большое количество неоднородностей. Как в самом облаке — поскольку у нас здесь мелкомасштабная турбулентность облака, так и на самой земле. Есть объекты, которые являются предпочтительными для удара молнии. И характерные масштабы этих неоднородностей, скажем, в городской среде, составляют сотни метров, ну километр. Когда вы рассматриваете верхнюю часть облака, из которой верхние молнии уходят вверх — то здесь всё гораздо более однородно. Неоднородностей, которые бы спровоцировали проход молнии через определённую зону, существенно меньше. А поэтому сбор заряда с верхней границы облака может произойти с гораздо большей площади. И в этом случае проход самолёта мог быть тем самым триггерным (провоцирующим) механизмом, который спровоцировал разряд с верхней части облака через самолёт в ионосферу.

Самолёт при движении в атмосфере образует так «называемый инверсионный» след. Что такое инверсионный след, почему он инверсионный? Во-первых, все вы его прекрасно видели. Самолёт летит вон там высоко. Там, где температура заборного воздуха уже существенно за минус. За самолётом тянется характерный белый след, который через некоторое время плавно рассасывается. Что это такое? У вас работает двигатель, сгорает топливо в двигателе. После этого горячая масса выбрасывается в холодный окружающий воздух. Естественно, быстро охлаждается. И та вода, которая образовалась от сгорания топлива (топливо сгорает с образованием в основном воды и углекислого газа), быстро конденсируется, образуя сначала капельки, а потом практически сразу — льдинки. То есть инверсионный след от самолёта, который вы видите — это набор льдинок, которые трассируют полёт самолёта.

А любая дополнительная неоднородность воздуха является дополнительным центром ионизации, конденсации и всего остального. Поэтому проход самолёта над верхней частью облака может спровоцировать то, что заряд с верхней части облака соберётся и по этому инверсионному следу войдёт в двигатель самолёта.

И всё бы ничего, если бы не... Вот что «если бы не»? Возможны две вещи. Если электрический заряд предельно высокой мощности входит по инверсионному слою в двигатель, то в двигателе, возможно возгорание (точнее, изменение режима работы и выход из строя — топливо там и так горит и, естественно, и должно сгорать и при нормальной работе) со всеми возникающими последствиями. (Вспомним случай двухлетней давности. Самолёт ТУ-154 шёл из Анапы в Пулково и в районе Донецка переходил грозу сверху. Практически одновременно у него отключились двигатели. По-видимому, один из вариантов того, что с ним случился как раз этот сценарий).

Далее возникает следующий вопрос — почему это более опасно (помимо суммарной мощности разряда)? Самолёты на трансокеанском перелёте обычно идут на автоматике (так это было и в данном случае). Современные самолёты, особенно системы управления таких моделей как А-330 — тех новых моделей, которые сейчас эксплуатируются и вводятся в эксплуатацию — являются автоматическими и управляются электроникой (бортовым компьютером). Когда самолёт получает мощный электрический заряд в себя, самым уязвимым местом его оказывается не обшивка, и даже не двигатели, которые в принципе могут воспламениться, а системы управления. Потому что при прохождении мощного электрического заряда возникают сильные электромагнитные помехи. И, по-видимому, расследование этого случая придёт к выводу о том, что произошло в результате этого внешнего воздействия — мощный удар по системам управления самолётом. Электронные схемы вышли из нормального режима, перешли в ненормальный режим. Дальше они привели к резким движениям, скажем, систем управления аэродинамики самолёта. А самолёт шёл на предельно высокой скорости, на предельной высоте.

Самая главная опасность для сложной системы, каковой является самолёт, является опасность для электронных систем управления самолётом. Потому что корпусу как бы ничего не будет. Двигателю — если это не прямое попадание в двигатель заряда — тоже ничего не будет. А вот электронные системы управления движением самолёта — всеми его закрылками, рулями и всем остальным прочим — при восприятии на корпус большого электрического заряда и тока импульсного характера

испытывают очень мощный электромагнитный удар по своим электронным «мозгам». И вот тут как раз и возможно, что электроника самолёта либо вышла из строя, либо перешла в нештатный режим работы. Косвенно об этом свидетельствуют те автоматические сигналы, которые с этого борта ушли, о том, что у него неполадки в электрических и электронных сетях и пр.

Если системы управления самолётом на такой скорости вышли из строя одномоментно, и, скажем, самолёт начал дёргаться, то на предельно большой скорости, на которой он шёл, эти дёргания просто могли привести к его кувырканию и потом рассыпанию на части в воздухе. Что, по-видимому, по косвенным признакам и произошло. (Ещё есть предположение о том, что у самолёта «замёрзли» и вышли из строя датчики скорости, в результате была ошибочно набрана скорость больше запланированной, лётчики не отследили переускорение самолёта. Но это само по себе не привело бы к тяжким последствиям.)

Обычная практика расследования такого типа явлений состоит в том, что ищут так называемые «чёрные ящики», на которых пишутся все принципиально важные параметры всех систем, в данном случае самолёта, а также все переговоры экипажа. Если происходит катастрофа — ящик (он называется «чёрный ящик», но на самом деле это оранжевый шар) находится, достаётся и все эти записи расшифровываются. Что даёт практически 100%-ную вероятность того, что не только первопричина события, но и весь ход событий, имеющих критическое значение, восстанавливается и анализируется для последующих выводов. Потому что расшифровка «чёрных ящиков» (а это система, защищённая от внешних повреждений — механических и термических, то есть самолёт может сгореть, а они останутся) позволяет практически однозначно определить — что же собственно произошло. Как развивались конкретные события, и, соответственно, что нужно делать дальше.

Проблема состоит в том, что самолёт упал в средней части Атлантического океана. Там мало того, что глубина 5 км. Вроде бы сигналы этих «чёрных ящиков» (это на самом деле такие капсулы круглые) ловили, но потом они «потухли». Проблема в том, что достать их оттуда оказалось принципиально невозможным. Потому что кроме глубины 5 км это ещё и зона срединного океанического хребта. А это примерно то же самое, что такой вот чемоданчик искать на пятикилометровой глубине в абсолютной темноте без подачи сигналов не то чтобы в горной местности, а в местности, которая изобилует пропастями. Перепады высот в

этой зоне составляют несколько километров. (На 5 км нырнуть мы уже умеем. В принципе, с таких глубин с «Титаника» утонувшего много чего подняли. Но «Титаник» лежит на плоской зоне, так называемой океанической котловине.)

После этой катастрофы сейчас принято принципиальное технологическое решение о том, что все жизненноважные сигналы таких сложных систем, как самолёты (думаю, то же самое относится к скоростным поездам и другим принципиально важным объектам) будут в реальном времени, через спутники (сейчас технологически всё это возможно) сразу передаваться в центры контроля. Таким образом, вопрос поиска чёрных ящиков уже не будет возникать, а любая внештатная ситуация будет индицироваться в реальном времени.

5. *Астрономию 21 века называют всеволновой. Какие волны в распоряжении астрономов уже есть? Каких пока ещё нет? Каких, надо полагать, никогда и не будет?*

Для начала давайте вспомним — что такое вообще волны? Они могут быть самыми разными, но все они имеют схожую «волнообразную» структуру. Собственно, поэтому они и носят общее название «волны». Волны на поверхности воды состоят из гребней и впадин, и вся эта волнистая структура перемещается в определённом направлении. Расстояние между гребнями называется длиной волны, а скорость перемещения «волнистой» структуры из гребней и впадин как целого — скоростью распространения волны.

Свет — это электромагнитная волна. Вдоль направления распространения света «волнообразным» периодическим образом меняются напряжённости электрических и магнитных полей. Длина волны света — это расстояние между повторяющимися соседними элементами волны (например, между соседними максимумами электрического поля). Длина волны обычно обозначается греческой буквой λ (лямбда). Вся такая картинка электромагнитной волны движется в пространстве со скоростью света $c = 299792458$ м/сек.

О каких же волнах может идти речь в применении к астрономии? Естественно, в первую и основную очередь — о всех волнах электромагнитного спектра волн. Речь идёт о волнах электромагнитных. Видимый нами свет — это электромагнитные волны с длиной волны λ приблизительно (границы восприятия разные у разных людей) от 380 до 780 нанометров (1 нанометр = 10^{-9} метра). Это самая основная — основная для нас — часть электромагнитного спектра. Глаза, которыми мы смотрим друг на друга — это как раз приёмники видимого света. Мы

привыкли жить на этой планете и видеть в этом диапазоне длин электромагнитных волн. Ещё первобытные люди, когда выходили из своих пещер и смотрели вверх, в видимом диапазоне длин волн наблюдали астрономические объекты.

Главное, чего удалось добиться человечеству до конца 20 века, состоит в том, что способность принимать электромагнитное излучение человек распространил практически на весь спектр электромагнитных волн, независимо от их длины.

Естественно, что успехи были в каждом диапазоне в своё время разными. Какие-то диапазоны нам удалось освоить раньше, какие-то — позже. Но так или иначе все эти диапазоны мы уже освоили. И уже имеем полную картину Вселенной — или наблюдаемого неба, скажем так — в том или ином диапазоне длин волн. В видимом свете мы видим и так — если только нам облака и фонари не мешают. И тут мы можем строить телескопы — огромные оптические системы, которые в видимом диапазоне позволяют собирать очень много света и дают возможность наблюдать объекты до границ видимой Вселенной. Сейчас самый крупный проект телескопа — это 42 метра диаметром.

Если мы пойдём в более коротковолновую часть спектра... К видимому у нас примыкает ультрафиолетовый диапазон. Он в основном поглощается земной атмосферой, поэтому с поверхности Земли не виден. Для того, чтобы увидеть ультрафиолетовую Вселенную, нам нужно ставить телескоп на спутник, запускать спутник за пределы атмосферы. И с орбиты этот и последующие ещё более коротковолновые диапазоны мы можем наблюдать. После ультрафиолета у нас есть рентгеновская астрономия, после этого у нас есть гамма-астрономия.

Дальше все эти диапазоны делятся по тому, какую длину волны имеет это излучение. Или, соответственно, по тому, какую энергию имеют эти кванты.

Надо сказать, что для разных длин волн внешний вид нашей Вселенной меняется кардинальным образом. Скажем, в жёстком диапазоне у нас светят в основном окрестности чёрных дыр. Там, где происходит аккреция вещества в чёрную дыру. Там максимально высокие температуры разогрева получаются. Это, соответственно, основные объекты для гамма-вселенной и рентгеновской Вселенной.

Если мы пойдём от видимого диапазона в диапазон более длинных волн, то из видимого переходим сначала в инфракрасный диапазон. Здесь у нас самым интенсивным источником является наше родное Солнце, которое нам не только светит, но — самое главное — нас греет, благодаря чему мы существуем.

Потом идёт промежуточный субмиллиметровый диапазон.

А дальше — обширнейший радио-диапазон длин волн.

Эти все диапазоны, за исключением определённых зон поглощения, которые дают парниковые газы в атмосфере Земли, в принципе достигают поверхности Земли. И, соответственно, радиотелескопы работают на поверхности Земли. Естественно, ничего не мешает радиотелескопам, инфракрасным телескопам и другим работать и на орбитальных аппаратах тоже.

Всё это, естественно, уже сделано. Есть картины инфракрасной Вселенной, есть картины радио-вселенной. Там — свои особенности.

Здесь я не очень даже, как видите, распространяюсь о сути, потому что здесь именно идёт такое всеволновое наступление человечества, в первую очередь технологическое. Естественно, главным вопросом здесь был выход в космос, вынос за пределы земной атмосферы инструментов и детекторов, которые могут эти излучения принимать.

Но, собственно говоря, звание всеволновой астрономия получила в первую очередь потому, что так, шаг за шагом, в течение нескольких сотен лет — а наиболее бурно это произошло, конечно, за последний десяток лет — к концу 20 века все диапазоны электромагнитного излучения с тем или иным успехом покрыты современной техникой.

А какие волны бывают, кроме электромагнитных? Здесь наиболее экзотическим, но объективно существующим видом волн, являются волны гравитационные. Дело в том, что электромагнитные волны — это возмущения электромагнитного поля, которое нас окружает. Собственно, вся Вселенная пронизана электромагнитным излучением с эпохи ранней Вселенной. Это так называемое реликтовое излучение — тоже электромагнитное излучение по своей природе. А вот гравитационные волны имеют принципиально иную природу, потому что этот поле гравитации. И, соответственно, волновые возмущения поля гравитации.

Какими объектами могут порождаться гравитационные волны? Если у вас есть просто массивное тело — будь то планета, будь то звезда, будь то чёрная дыра. . . Оно (как и любое тяжёлое тело) искривляет пространство. Но волн гравитационной природы оно не порождает. Более того, не порождает гравитационных волн даже, допустим, взрыв сверхновой звезды. Звезда резко сбрасывает оболочку, взрывается. Если этот взрыв имеет сферически-симметричный характер, то гравитационных волн в этом случае тоже не возникнет.

И вот только если тяжёлый гравитационный объект имеет квадрупольную структуру поля — динамику квадрупольной составляющей,

вот здесь возникнут уже возмущения гравитационного поля, которые будут распространяться по пространству в виде гравитационных волн.

Простейшей системой такого генератора гравитационных волн являются двойные системы. Вообще говоря, любая двойная система, любая двойная звезда гравитационные волны излучает. Вопрос только — с какой интенсивностью.

Теоретически гравитационные волны предсказаны и они следуют из Общей теории относительности Эйнштейна, которая была опубликована в 1916 году. Но интенсивность этих волн всегда очень мала. Для того, чтобы объект мог реально излучать гравитационные волны, он должен быть очень релятивистским. То есть компактность массы в нём должна быть очень высока.

И вот уже на протяжении примерно 20 лет ведутся наблюдения. Тогда он был единственным найденным — так называемый двойной релятивистский пульсар. Было две звезды, они проэволюционировали, каждая из них превратилась в нейтронную звезду, образовала пульсар — это, соответственно, очень направленный источник радиоизлучения. За счёт того, что нейтронная звезда происходит за счёт коллапса обычной звезды, она очень быстро вращается, с периодами обычными в миллисекунды.

А это - двойной пульсар, то есть две звезды, которые вращаются вокруг общего центра масс. Пульсары — за счёт того, что они очень компактные и массивные звёзды, являются очень точными, скажем так, пульсарными часами. Период импульсов пульсара поддерживается с точностью, которая сопоставима или даже превышает точность наших современных атомных часов.

Поэтому, когда начали наблюдать систему двойного пульсара, по частоте прихода импульсов и по фазе прихода импульсов очень точно можно измерить орбитальное движение этих двух звёзд. И, соответственно, изменение этого орбитального движения. Когда предельно точно учли все эффекты (классической гравитации, релятивистской гравитации и т. д.) в теоретических расчётах, оказалось, что за счёт излучения гравитационных волн период системы уменьшается, то есть система теряет энергию. Изменение периода оказалось таким, каким должно быть за счёт потери этой системой энергии на излучение гравитационных волн. Этот двойной пульсар наблюдается уже более 20 лет. Соответственно, с постоянно накапливающейся точностью измерений.

Поскольку этот экспериментальный результат совпал с теорией, можно считать, что гравитационные волны как явление — открыты и наблюдаются. Сейчас стоит вопрос о том, чтобы их научиться детекти-

ровать инструментальными методами. То есть создать такие телескопы, такие системы и инструменты, которые бы гравитационные волны могли бы обнаруживать, измерять, принимать. И дальше в лучшем случае строить изображения тех объектов, которые эти гравитационные волны излучают.

На сегодняшний день пока ещё неизвестно, какой уровень чувствительности должен быть у этих приборов («гравитационных антенн») для того, чтобы обнаружить те отклики, которые дают, скажем, взрывы сверхновых или вращения двойных пульсаров. На сегодняшний день мы пока ещё не дошли до этого теоретического предела. Но сейчас вот запускается новый проект космического лазерного интерферометра — это три космических аппарата, которые располагаются друг от друга на расстоянии 6 миллионов километров, образуют равносторонний треугольник в космосе. Этот треугольник из трёх аппаратов будет летать вслед за Землёй. И все три аппарата будут смотреть друг на друга с помощью «лазерных указок». Это нужно для того, чтобы на пределе современной чувствительности измерений почувствовать, когда придёт гравитационная волна с рассчитанной интенсивностью — этот треугольник с длиной стороны около 6 млн. км должен будет немножечко изменить свои размеры, деформироваться. И вот этот эффект должен быть уже наблюдаемым и измеряемым для типичных событий, которые происходят в окрестностях нашей Вселенной. Как говорится, подождём. . . Этот проект сейчас находится в разработке и должен полететь в 2013–2015 году. После этого — надеюсь — мы о гравитационных волнах уже будем говорить не только как о известном и наблюдаемом явлении, а уже как о технологически измеряемой вещи. Так что тут надо немножечко подождать — этих волн у нас в распоряжении нет, но вот-вот скоро будут.

В принципе, любая частица обладает волновыми свойствами. Равно как и электромагнитную волну можно считать набором частиц — фотонов. Из космоса на Землю прилетает много разных частиц — от Солнца, звёзд и даже из-за пределов нашей Галактики. Такие частицы наблюдаются, детектируются и представляют существенный интерес для астрономии и физики, они даже получили название «космических лучей». Формально соответствующая частице длина волны λ определяется соотношением де-Бройля $\lambda = h/p$, где p — импульс частицы, $h = 6,62 \cdot 10^{-34}$ — постоянная Планка.

Но такие «волны» в распоряжении астрономов есть лишь формально. По составу прилетающих частиц можно получить много ценной

информации о том, что происходило в тех далёких местах Галактики и Вселенной, где эти частицы родились. Но вот выяснить, где это — то есть не можем провести собственно астрономические наблюдения. Такие частицы довольно долго блуждают по Вселенной и попадают на Землю практически равномерно со всех сторон²³, не давая нам никакой наблюдательной информации. По таким «волнам» нельзя построить изображение источников этих волн.

Несколько слов о механических волнах во Вселенной и в небесных объектах. Для того, чтобы возникла механическая волна — скажем, типа волны на поверхности воды — вам нужна непрерывная, связанная среда. Для того, чтобы возмущения из одной области могли по этой среде передаться в другую. В открытом космосе такой среды нет — соответственно, механические волны там не распространяются. Но вот если у вас есть распределённые среды — скажем, межзвёздный газ — то по нему вполне могут распространяться те или иные волны — механические. И, вообще говоря, при больших скоростях, которые достигаются в космосе, эти волны переходят в разряд ударных волн.

Такими характерными ударными волнами являются сбросы оболочек сверхновых звёзд, когда они начинают сильно расширяться. С огромной скоростью расширяются в окружающее пространство и во всём окружающем межзвёздном газе порождают именно ударную волну, которая вызывает своё свечение. Поэтому остатки сверхновых звёзд в качестве таких вот ярких шаров — в радиодиапазоне, в рентгеновском диапазоне и других диапазонах длин волн, в которых их можно наблюдать.

Механические волны используются для исследований планетных тел (хотя уже и непонятно, называть ли такие исследования астрономическими). Наша планета Земля — характерный пример таких тел. И в этих телах механические волны вполне могут существовать и распространяться. В отношении Земли — это всем вам известные сейсмические волны. У нас случаются землетрясения, подземные ядерные испытания, другие источники сильных ударных воздействий... Которые распространяются по всему телу нашей Земли и с помощью сейсмических станций наблюдаются.

Такие же сейсмические эксперименты проводились многократно на Луне (программа «Аполлон»). Там были расставлены сейсмометры для того, чтобы регистрировать как удары метеоритов по Луне, так и какие-то возможные внутренние шумы планетного тела Луны.

²³Отдельно выделяется направленный поток от Солнца — «солнечный ветер».

Естественно, перспективные планетные миссии, в частности марсианская, которые предполагают посадку аппарата на поверхность других планет, предполагают и постановку сейсмометров на поверхность других планет для того, чтобы смотреть, что там происходит с точки зрения тряскости.

Для Марса это точно запланировано. Посмотрим, что у нас будет с другими планетными телами.

Если планета покрыта жидкой или газообразной оболочкой, то есть, грубо говоря, имеет свой океан или имеет свою атмосферу, то в этих средах механические волны тоже вполне могут распространяться.

В качестве примера ударной волны в атмосфере Юпитера можно привести следы падения кометы Шумейкера-Леви, которая падала в атмосферу Юпитера и породила там взрывные явления с ударными волнами. . .

Каких волн у нас не будет никогда?

Звуковые — я уже немножко упомянул. Если мы берём атмосферу планеты — звуковые волны там распространяются. Если мы берём плоскость галактики и газ, распределённый по галактике — спиральная структура галактики, пока она вращается, тоже порождает ударную волну, которую тоже можно рассматривать как частный случай звуковой волны в среде. А вот с планеты на планету покричать друг другу мы не сможем — между нами нет среды, которая была бы передатчиком этого возбуждения. Поэтому в чистом виде, конечно, звуковые в космосе не распространяются.

Среди всех видов физических взаимодействий, которые нам пока известны, вы знаете четыре: электромагнитные, гравитационные, сильные и слабые.

Так вот, «сильных» и «слабых» волн мы не увидим в космосе. Не потому, что там нет объектов для их приложения, не потому, что там нет среды для их распространения, а потому, что эти взаимодействия короткодействующие. Это не гравитация и не электромагнитное поле, которое может распространяться от источника на бесконечность. А они очень короткодействующие и поэтому не породят волну, которая от одной точки побегит до другой.

И последнее. Мы с вами пока знаем 4 физических взаимодействия. И нам этого вполне хватало до тех пор, пока мы жили в нашем — сначала классическом, потом квантовом, потом релятивистском мире. Но вот с недавних пор мы с вами стали жить в новом мире. Мы с вами стали жить в мире тёмной материи. И тёмной энергии.

Природа этих вещей, этих сущностей пока ещё не раскрыта. Мы знаем про них только две вещи.

Первое. Они существуют.

Второе. Они гравитационно взаимодействуют со всеми объектами Вселенной, которые мы можем наблюдать. Мы их собственно и открыли по тому гравитационному влиянию, которое тёмная материя и тёмная энергия оказывают на нашу Вселенную в космологических масштабах.

Дело, конечно, хозяйское — можете верить, можете не верить. Я лично не верю в то, что принципиально новые виды материи обладают только одним свойством взаимодействия — гравитационным. Наверняка они должны будут обладать ещё чем-нибудь. Но поскольку в электромагнитных играх они не участвуют, в слабых и сильных они не участвуют (если бы они участвовали в чём-либо из этих взаимодействий — мы бы их давно нашли здесь на Земле). А только в гравитационных — и то очень слабо.

Есть серьёзные основания предполагать, что у них могут быть другие виды взаимодействий, которые мы пока ещё не знаем. А будут другие виды взаимодействия — будут другие виды волн.

6. *Какие новые океаны могут возникнуть на нашей планете Земля в обозримом будущем? Когда примерно? Какие, наоборот, могут исчезнуть?*

Данный вопрос был по геофизике — по планете Земля, на которой мы с Вами живём. Вообще говоря, океаны бывают не только на этой планете, но и на других планетах тоже. В нашей Солнечной системе по крайней мере два планетных тела (кроме планеты Земля) обладают объектами, которые могут быть названы океанами. Вот самая свежая информация, которая прошла по интернету: на спутнике Сатурна Титане открыли озёра (хотя размер этих озёр сопоставим с Каспийским морем) из жидких углеводородов. Причины образования этого жидкого слоя и его глубина — это отдельный разговор. Состав — соответственно жидкий метан и другие соединения углерода с водородом, то есть углеводороды в разных концентрациях. Вот такие замечательные «моря» на поверхности Титана не то чтобы плещутся, но по крайней мере расположены. Что там внутри этих морей может находиться — это отдельный очень интригующий вопрос. Важно, что они есть. Причём, что особенно интересно, их засекали по блику солнечного отражения от их поверхности. Космические аппараты непосредственно туда пока ещё не сажались. Второй наиболее грандиозный океан — и это именно

океан — находится на спутнике Юпитера Европа. Она вся покрыта ледяной коркой, толщина этой корки оценивается от 10 до 50 км — такой ледяной панцирь. А вот под этим панцирем находится океан солёной воды (именно воды) толщиной (по разным оценкам) 10 или больше км. Вот что в этом океане можно будет интересного найти — это ещё один отдельный и ещё более интересный вопрос. Потому что ледяная корка, которая Европу покрывает, местами растрескивается. Эти трещины сейчас прекрасно видно с космических снимков, которые оттуда передаются. И в зонах этих трещин возможен подъём внутренних вод и даже выход их на поверхность. Я думаю, что одной из ближайших задач автоматической космонавтики будет полет на Европу, посадка («при-европиться») на нужное место, а затем хорошенько там присмотреться и поковыряться. Есть довольно серьёзные подозрения на выход органических веществ из нижних слоёв Евро-океана. В любом случае это безусловно интересно.

Теперь вернёмся к более знакомой для Вас на поверхности нашей планеты вещи — думаю, абсолютное большинство из Вас на берегу моря были. Вы помните из географии, что поверхность нашей Земли на 70% покрыта водой, а на 30% — сушей. Первый вопрос — а с чего бы это так? Этот вопрос распадается сразу на два.

Во-первых. Как устроена поверхность нашей планеты? Откуда у нас тут столько воды?

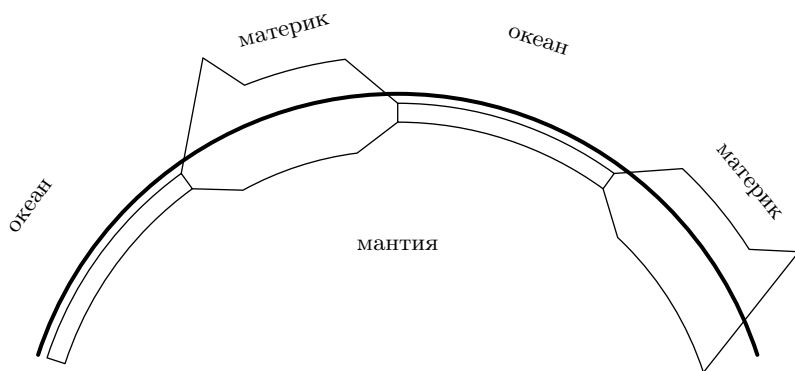


Рис 1. Блочная структура земной коры.

Сейчас мы рассмотрим только верхнее строение твёрдой оболочки нашей планеты — её литосферу. Наша планета Земля не то чтобы «двухслойная», а «двухфазная», если так можно выразиться. И это,

кстати, довольно интересный феномен в отношении всех планет Солнечной системы. Скажем, планета Венера существенно отличается по этому параметру от нашей Земли.

Наша планета Земля имеет ядро, мантию, потом внешняя кора. Земная кора состоит из двух типов блоков. Кора океаническая — тонкая, толщиной всего около 5 км, и молодая. Второй тип коры — это кора материковая, которая толстая (её максимальная толщина до 40 км) и старая. «Старая» — это значит, что возраст основных пород, образующих континентальные плиты может составлять более миллиарда лет. Естественно, есть масса и переходных явлений между ними.

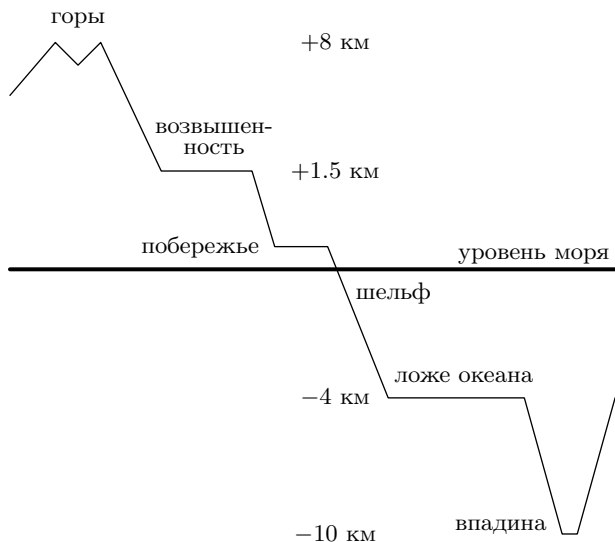


Рис 2. Вертикальный профиль земной коры — граница материка и океана.

Очень схематично можно представить, что на материке имеются высокие горы, равнины, и берег на нулевом уровне моря. Дальше идёт континентальный склон и затем ложе океана. Напомню некоторые цифры по высоте. Максимальная высота литосферы над уровнем моря — это гора Джомолунгма 8848 м, средняя высота материка над уровнем моря (всех материков Земли, если их равномерно «размазать») — примерно 1,5 км. Средняя глубина океана — примерно 4 км. Естественно, там есть котловины глубиной по 6–7 км, но есть и высокие хребты на дне.

В океане есть ещё два типа объектов (крупномасштабных структур), которые нам сейчас пригодятся. Это, во-первых, океанические впадины, и в этом типе объектов находится отметка максимальной глубины — Марианская впадина — 11022 м. И есть ещё срединно-океанические хребты, которые в своих наиболее высоких точках могут даже подниматься над толщей океана. То есть это горные системы, которые расположены на ложе океана и имеют высоты, сопоставимые с такими же высотами гор на суше.

Если мы посмотрим на материковые плиты снизу, то при высоте над уровнем моря 10 км толщина такого блока до мантии вглубь должна составлять ещё примерно 20–30 км. Глубже коры расположена однородная мантия, которая медленно движется и которой безразлично, что над ней сверху находится — материк или океан, и какой толщины кора над ней расположена. Когда мы уходим с континентальных склонов и спускаемся к ложу океана — здесь у нас остаётся океаническая кора толщиной всего примерно 5 км.

За счёт потоков в земной мантии на границах океанских плит в зависимости от направления их движения расположены зоны спрединга (сжатия и напозания двух плит друг на друга) и зоны рифтов (расхождения плит). При спрединге возникают т. н. островные дуги (со стороны плиты, напозающей вверх) и параллельные им океанические желоба (со стороны плиты, погружающейся вниз). В зоне раздвижения океанических плит (рифт) в расколовшейся земной коре возникают трещины вниз насквозь до мантии, а движущиеся снизу, от центра Земли потоки мантии могут поднимать края океанической коры на высоту до 5 км вверх. В результате края расходящихся океанических плит оказываются подняты вверх и могут, в том числе, вылезать из толщи океана в виде островов срединно-океанических хребтов.

Я подчёркиваю два параметра, характерных для коры нашей планеты — она разделена на блоки двух типов: континентальные (высоко над поверхностью воды и ещё более глубоко под уровнем моря) и океанические (толщиной примерно 5 км и примерно 4 км водного слоя океана сверху). Эти блоки двух типов плавают на полувязком, полужидком основании мантии и могут быть уподоблены «льдинам», которые плавают на поверхности воды.

Мантия имеет вязкую структуру, и, например, в разломах или при извержении вулканов поднимается снизу и может выходить на поверхность в виде жидкой лавы. Блоки разной толщины — материковые и океанические — плавают на ней, скажем так: «выдерживают свою ватерлинию».

Это то, что мы видим на поверхности нашей планеты. Нарисуем характерный интересный график — зависимость суммарной площади поверхности планеты от высоты, на которой они расположены.

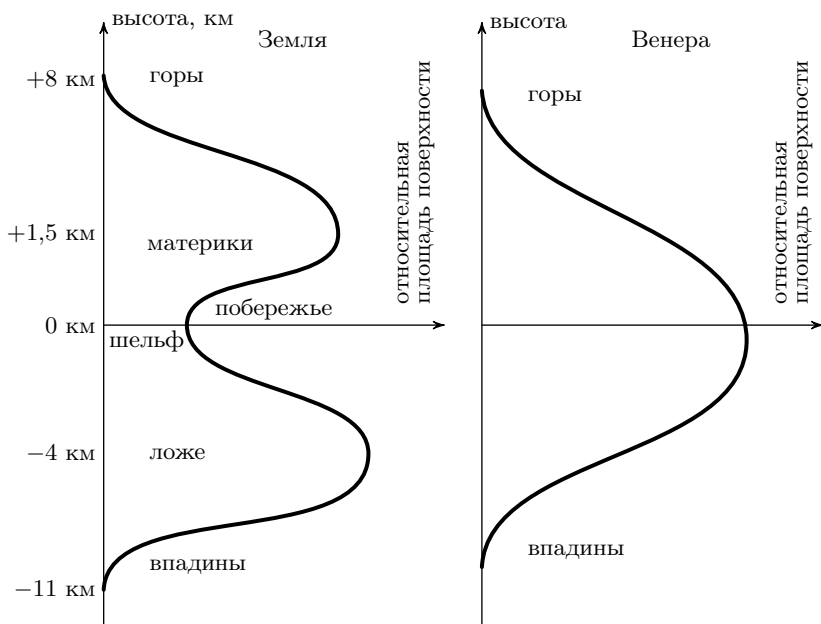


Рис 3. Распределение поверхности планет по высоте.

Мы начинаем с вершины горы Джомолунгма — самой высокой точки на нашей планете. Площадь её равна 0 потому, что это точка. Дальше мы начинаем по высоте над уровнем моря потихонечку опускаться — мы находимся в зоне высоких-высоких горных систем нашей планеты. Площадь этих систем потихонечку нарастает. На характерной высоте 1,5 км наступает максимум. Это — примерно среднегорье материков, то, что занимает на материках наибольшую площадь — это не высокие горы, но и не низкие равнины. На уровне нуля мы спускаемся до некоторого минимума, который означает как раз начало океанических склонов. Эта зона между блоком континента и блоком океана на поверхности Земли занимает мало места. Потом на глубинах около 4 км наступает второй максимум, который по площади даже больше, чем первый. Это океанические впадины — ложе океана. Оно имеет глубины от 3 до 6 км, и, конечно, не совсем ровное, «как стол», но имеет примерно такие

же выровненные поверхности, как средние поверхности на материках. Потом мы благополучно заканчиваем нашу экскурсию по высотам, и, опять приближаясь к нулю, приходим на отметку -11 км.

На этом мы всю поверхность нашей планеты Земля исчерпали, и у нас получился вот такой характерный «двугорбый верблюд» — зависимость площади поверхности от её высоты для нашей планеты.

Теперь возьмём аналогичный график для планеты Венера, которая на Землю весьма похожа. Правда, жидкого океана на Венере нет, и нулевой уровень там выбран как средний уровень высот этой планеты. Но если построить для поверхности Венеры такой же график, — то мы получим кривую только с одним максимумом. На Венере нет деления на океанические и материковые блоки. Естественно, что высокие горы, впадины, и пропасти там тоже есть, как и на любой планете, но такой «двухфазности» нет.

Эта двухфазность (материк—океан) относится только к нашей планете Земля, которая, благодаря движениям в мантии, состоит из двух типов литосферных плит, в отличие быть может от многих других планет. В мантии есть круговорот вещества. Ядро Земли горячее, оно подогревает нижнюю мантию, как газовая конфорка, и горячие потоки постепенно поднимаются вверх, образуя конвективные ячейки в мантии. Скорость этих движений — от 1 до 10 сантиметров в год — так что не очень быстро, но зато всё время. И эти конвективные потоки, взаимодействуют с нижней подошвой в первую очередь материковых плит, которые имеют большую толщину и глубоко сидят, начинают эти материковые плиты двигать. Это очень похоже на то, как плавают большие толстые льдины на поверхности воды. Эти «льдины» могут раскалываться, и тогда материк может разделиться на две части. Например, суперматерик Пангея, в состав которой раньше гипотетически входили все нынешние материки, раскололась, и потом её части расплылись (или «расползлись») в разные стороны. На это потребовалось около 600 миллионов лет — чтобы прийти к нынешнему внешнему виду Земли.

Естественно, движение материков продолжается постоянно, и оно прямо измеряется методами точного позиционирования. Скорости материков различны, максимальные скорости до 10 см/год.

А что же происходит между плитами? Если раскололся материк, его обломки начинают разъезжаться в стороны, и между ними получается зона рифта. Самая грандиозная рифтовая система, которая проходит по материковой части нашей планеты, начинается от Малой Азии (примерно от Кавказа), проходит на юг по долине реки Иордан и Мёртвому морю, потом переходит через Синайский залив в Красное море

(Красное море — это типичная рифтовая раздвижка. Тут две плиты расходятся: Африканская — эфиопская часть и Аравийский полуостров между собой раздвигаются), потом эта зона проходит через Эфиопию и дальше по Восточной Африке «прочерчивает» все Великие Африканские Озёра, которые и представляют собой рифтовые расселины.

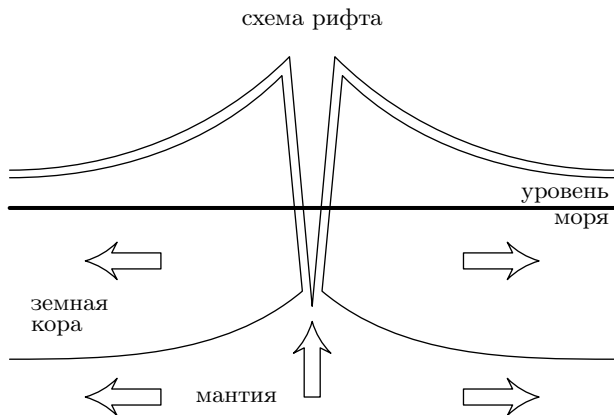


Рис 4. Рифтовая расселина. Толстый материк, который первоначально был единым, 30–40 км толщины. Мантия — подложка горы.

Если материк в один прекрасный момент раскололся под действием расходящихся потоков мантии, он начинает разъезжаться. Эта зона сразу вызовет резкое усиление вулканической деятельности: как только появляется возможность веществу мантии выйти наверх, — здесь возникнут, конечно, вулканы в больших количествах.

Другой тип процессов геодинамики состоит в следующем: если материк раскололся и немножко разъехался, эта зона заполняется обломочными породами и возникает характерный провал. В вертикальном разрезе он похож на резкую трещину, как от удара меча. При этом за счёт того, что в этом месте упало давление от верхней коры (плиты разъехали), края начинают немножко задирается вверх, и возникает характерный М-образный профиль рельефа. Если, например, взять такой вертикальный разрез поперёк озера Байкал, то он будет очень похож на такую букву «М». Также выглядят и разрезы и других озёр на разломах коры, например, африканских Ньяса, Танганьика и др. — озёр, возникающих в зоне материковых рифтов. Они с двух сторон окружены горными хребтами (не очень высокими — с высотами 2–3–4 км), и у них есть зона центрального провала, которая по мере раздвижения

трещины всё время углубляется, но одновременно и засыпается обломочными породами. Глубины Байкала — это примерно 1,6 км от уровня поверхности воды: Байкал является самым крупным материковым рифтовым разломом, он просто достиг наибольших размеров и по длине (более 600 км), и по ширине (около 80 км в наиболее широкой части), его глубина 1620 м. Интересно отметить, что уровень Байкала находится на высоте примерно 400 м над уровнем моря, то есть этот провал внизу уходит ниже уровня океана уже сейчас более чем на 1 км. Если бы Байкал соединялся с Мировым океаном, он бы заполнился солёной водой и был бы резкой впадиной, трещиной, причём глубина трещины составляла бы порядка 1 км, что соответствует уже по крайней мере глубокому морю. По мере того, как его берега-половинки будут разъезжаться дальше, как створки автоматических дверей, глубина озера будет также увеличиваться.

Такой же процесс, напомним, происходил 600 миллионов лет между Африкой и Южной Америкой. Стандартный пример, который приводится в школьной географии, состоит в следующем: когда вы прикладываете вырезанную карту материка Южной Америки к Африке, и они благополучно сходятся. Это одно из «мнемонических» доказательств того, что когда-то они объединялись и были одним целым вместе. Конечно, помимо «доказательств методом вырезания» есть и масса других доказательств из геологии, из биологии, из тонких химических анализов пород, которые выстилают эти зоны, и т. д.

Так вот, на примере Байкала мы видим раннюю фазу рождения океана. То есть фазу растрескивания материковой коры. Потом, через сотни миллионов лет, эти половинки тоже сильно разъедутся, как Южная Америка с Африкой. Зоны между этими разъехавшимися частями заполнятся тонкой океанической корой, и на этом месте будет новый широкий океан. Сейчас Атлантический океан уже достаточно широкий, а Байкалу всё это предстоит. Точно так же, как предстоит разъехаться большой рифтовой зоне, которая протянулась через всю Африку с севера на юг.

Это — к вопросу о рождении океанов.

К вопросу об их дальнейшей жизни. Какие океаны у нас на Земле сейчас растут, а какие сжимаются? За счёт того, что движение материков продолжается, Атлантика расширяется.

И вот сейчас я возвращусь к теме срединно-океанических хребтов. У вас есть тонкая океаническая кора. Посередине у вас, соответственно, провал, соответствующий рифтовому расходу. По бокам — как раз эти хребты. Надо сказать, что они как раз точно также имеют М-образный

профиль симметрично. В некоторых случаях, как я говорил, вершины этих срединно-океанических хребтов могут выходить над поверхностью воды в виде островных систем. Система срединно-океанических хребтов охватывает почти весь земной шар, проходя по середине не только Атлантического, но также и Индийского и вокруг всего Южного океанов. Значит, все эти океаны на нашей планете разъезжаются и расширяются.

Исключение из этого общего правила составляет только один океан — собственно, тот, который всегда в истории Земли и был единым и великим океаном — это океан Тихий.

Наша Земля, если вы посмотрите на глобус, состоит как бы из двух половинок. Одна половинка — это полушарие «океаническое» — его как раз занимает весь Тихий океан. Другая половинка Земли — «материковая», куда можно отнести все материки и все прочие водные пространства между ними. Создаётся такое впечатление, что суперматерик Пангея в своё время, находясь на одной из сторон нашей планеты, раскололась на части, и сейчас её осколки продолжают разъезжаться. При этом, расходясь в разные стороны на одной половине Земли, они тем самым начинают, и сейчас это движение идёт, как бы наезжать на Тихий океан на другой половине планеты с разных сторон. То есть Тихий океан сейчас является «сжимающимся» океаном, со всех сторон на него наступают материковые блоки.

Наступление материков сопровождается явлением спрединга, — это когда материк наезжает на океаническую плиту. Поскольку материк всегда существенно толще, то когда он наезжает на более тонкую океаническую плиту, то он, естественно, делает с ней то же самое, что делает ледокол с льдиной — он её подминает и топит под себя. Океаническая плита начинает тонуть вниз и погружаться вниз, а край материка, естественно, подпирается кверху. В этом случае возникает система ещё более резкого перепада высот: на краю материка возникает высокий хребет, а на краю океанической плиты — глубокий жёлоб. Самый характерный пример такой зоны — это западный край Южной Америки. Соответственно, горы здесь — Анды (максимальная высота более 6700 м), а максимальная глубина в Чилийском жёлобе — около 8800 м. Полный перепад высот в этом случае достигает более 15 км. Естественно, эта система не стабильная, — она динамическая, поскольку имеет на Земле на характерном расстоянии меньше 1000 км (между глубиной жёлоба и до максимальной высоты) перепад высот в 15 км можно только в динамической системе. То есть когда материк реально «едет» на океаническую плиту и придавливает её под себя.

Я привёл пример Тихого океана, как сжимающегося. Конечно, сказать при этом, что Тихий океан когда-нибудь исчезнет совсем, — это было бы слишком смелым утверждением. Во-первых, на это потребуется характерное время ещё порядка миллиарда лет. Во-вторых, прогнозировать куда и какой материк поедет в дальнейшем — это мы можем только сейчас, что называется, на ближайший период, скажем, не более 100 миллионов лет вперед. А дальше, на более длительных интервалах времени, — куда каждый блок земной коры будет продвигаться, куда его повернёт, или как он начнёт крутиться и т. д., — предсказать невозможно, это примерно то же самое, что предсказывать движение льдин. Прогнозы будут достаточно необоснованные. Поэтому я не думаю, что Тихий океан когда-нибудь исчезнет совсем.

Столкновения материков между собой тоже бывают. И не только бывают — такое столкновение имеет место быть и сейчас. Плита Индостана с очень хорошей скоростью въехала в Евразию с южного направления. Результат Вам известен — выросла горная система Гималаев, где находится высочайшая точка литосферы нашей планеты — гора Джомолунгма. В принципе, ещё одна такая зона материкового сжатия возникнет, опять-таки, условно говоря, через 200–300 миллионов лет, когда Австралия врежется в Юго-Восточную Азию. Сейчас Австралия едет по направлению примерно на северо-восток, а там находится плита островов Индонезии, а затем край Южной Азии. Вот когда она туда приедет и провзаимодействует — там тоже начнётся мощный рост горных систем.

Я напоминаю, что вся система Гималаев — это как раз взаимодействие двух сталкивающихся материковых плит, а система Анд, как и многочисленные другие горные системы — это граница материк/океан. А срединно-океанические хребты — это разъезд двух океанических плит. Такие процессы приводят к рождению океанов, или, наоборот, к их схлопыванию (точнее, уменьшению их площади).

В этой теме также был затронут вопрос о таянии полярных льдов и возможном подъёме уровня океанов. Вопрос хороший, спасибо! Тем более актуальный — сейчас: «климат-гейт» у всех на устах. Как говорится, у одних что-то теплеет, а у других — не очень. Обвиняют друг друга в недостоверности информации и т. д. Так что же будет, если наша Арктика растает? Такое, кстати, в её истории уже неоднократно бывало. Кстати, и Антарктида не всю свою жизнь была покрыта ледяным панцирем, как вы знаете. В какое-то время (несколько миллионов лет назад) она тоже приехала на Южный полюс (а до этого она была таким же нормальным материком, как, например, Австралия), а потом уже вся обле-

денела — сейчас максимальная толщина ледяного покрова там составляет около 4,5 км в некоторых местах. И, естественно, что основание Антарктиды такая толща льда на поверхности немножечко притопила. Кстати, в это время примерно и наступило современное неустойчивое состояние глобального климата — за счёт того, что Антарктида является мощным холодильником для всей Земли.

Согласно некоторым гипотезам, климат Земли находится в колебательном состоянии с переменными эпохами оледенений, потеплений и т. д. — несколько характерных периодов в десятки и сотни тысяч лет. Не миллионы и миллиарды, а сотни тысяч. Вопрос о том, в каком именно интервале мы сейчас живём — это вопрос совершенно отдельный. Арктика тоже таяла несколько раз, так что там много чего росло и бегало.

Но, возвращаясь к вопросу об океанах, нельзя сказать, что такое таяние приведёт к возникновению нового океана, всемирному потопу и т. д. Просто потому, что объёмы воды, которые содержатся во льдах даже Антарктиды, приведут максимум к поднятию уровня моря метров на 60. А мы говорим о километрах. То есть это вещи, несопоставимые на два порядка величины. Уровень Мирового океана в истории Земли много раз колебался. У нас были периоды, когда океан был метров на 100 ниже нынешнего уровня; и наоборот, были времена, когда он был метров на 20 выше.

Современная береговая линия — это тоже очень динамическое понятие, очень многие территории материков раньше были дном моря. Например, если вы пойдёте на геологическую экскурсию — вы можете найти массу морских окаменелостей. Понятно, что в своё время эта территория была дном моря. Обращу ваше внимание: дном моря, а не глубокого океана, — то есть здесь не было километровых глубин, но могли быть глубины в десятки и сотни метров. И это всё — нормальная геологическая история Земли, которая течёт не первый миллиард лет. Но не было никогда катастрофического потопы, который покрыл бы всю поверхность Земли. Такого не бывает, потому что воды столько не наберётся нигде. Во льдах, во всяком случае, такого количества воды точно нет.

По этой теме ещё один интересный вопрос: а могут ли материки на Земле собраться обратно в новую «Пангею»?

Напомню, что материки движутся по конвективным ячейкам мантии, и поэтому, вообще говоря, они могут расползтись в разные стороны и так в разных сторонах планеты и остаться.

Поэтому весь вопрос состоит в том, как именно устроено движение в самой мантии Земли. С достаточной точностью этого пока нам не известно, потому что, напомним, те движения материков, которые в настоящее время происходят, мы измеряем по состоянию «сейчас». По палео-геомагнитным данным (намагниченность пород в коре Земли) мы можем выяснить их прежние движения на несколько сотен миллионов лет назад. Но спрогнозировать движение материков вперёд по времени гораздо сложнее. Поэтому точного ответа никто не даст.

Есть, однако, гипотеза о том, что конвективные зоны в мантии имеют также глобально-упорядоченный характер: то есть они бурлят не случайным образом, как манная каша в кастрюле, а циркуляционным образом, как глобальная атмосфера или глобальные океанские течения Земли. И тогда, действительно, возможен такой вариант, что в одной зоне нашей планеты происходит глобальное расхождение мантии (и материков над ней), и мы именно сейчас в эпоху этого глобального расхождения и живём (материки из Пангеи разъехались). А потом, через 0,5–1 миллиард лет материки могут попасть в другую планетарную зону глобального схождения мантии — там мантия будет опускаться вглубь планеты и «подсасывать» к себе материки на поверхности. Тогда они, действительно, в некоторую область вновь соберутся, сомкнутся и будут некоторое время вновь существовать в таком «конгломеративном» состоянии.

Но вопрос, насколько это вероятно, насколько такое состояние устойчиво и будут ли материки себя так хорошо и правильно вести — это совершенно не факт. Обычно всегда что-нибудь разбить и рассыпать намного проще, чем потом собрать и склеить, как все знают по массе бытовых примеров. Но если мы сумеем организовать мощное и упорядоченное движение мантии, направленное на её схождение, то в одном полушарии Земли мантия будет подниматься и расходиться, а в другом — сходиться и опускаться вниз, вот тогда все материки оттуда разбегутся, а сюда все соберутся.

7. Какие астрономические явления всегда будут для нас «неожиданными» (непредсказанными)?

Жизнь сложна, и предсказывать её сложно как минимум, и невозможно как максимум. Это — общефилософский тезис.

Что можно предсказывать? Точнее, предрасчитывать. Предсказывать и предрасчитывать можно только те явления и те процессы, которые, во-первых, хорошо изучены. Мы о них имеем правильное представление и знаем точные законы. И второе — что мы умеем их точно

рассчитывать (у нас есть необходимые методики расчётов и необходимые вычислительные мощности для их реализации).

Примерами таких астрономических явлений являются орбитальные движения планет. В течение долгих-долгих веков люди верили в астрологию, считали, что там планеты как-то гуляют между звёзд, в какие-то нужные комбинации встают. И как-то на людей действуют — правильным или не очень правильным образом.

Сейчас мы орбитальные движения планет знаем и рассчитываем с точностью лучше сантиметров. И можем попадать своими космическими аппаратами, запускаемыми с Земли, в спутники других планет с точностями в сотни метров. Это как раз пример нормально понятого, адекватно понятого процесса, могущего быть рассчитанным предельно точно — настолько, насколько дают возможность наши измерительные системы. Измерения мы сейчас делаем на Земле — существенно точнее миллиметра, а расстояния до других планет — до нескольких сантиметров. Это — измерительные точности. Сделать более точные предсказания мы не можем — в том смысле, что проверить предсказание за пределами измерительной точности всё равно невозможно.

А, соответственно, вся теория — с учётом всех-всех поправок: гравитационных, релятивистских и т. п. — тоже к этой точности пришла. И поэтому мы, если захотим (если дадут деньги), попасть в нужную точку всегда сможем.

Что мы не можем предсказывать? Мы не можем предсказывать те явления и события, природу которых мы не понимаем. Если природу не понимаем, то о чём речь — не знаем, так не знаем...²⁴

Но мы можем понимать природу, но сам процесс может носить случайный характер. Примером является приход метеоров. Метеоры на нас сыпятся постоянно. Это — мощный поток ежедневно. Ночью их иногда можно наблюдать. Они объединяются в потоки. Мы знаем, например, что в августе будет поток Персеид. И далее весь список потоков. Но приход конкретного метеора в конкретное место мы, естественно, предсказать не можем.

Падение крупных метеоритов и астероидов — процесс в общем-то понятный, но предсказывать его невозможно.

Это примерно то же самое, что предсказывать землетрясения. Мы

²⁴Но и тут мы можем несколько «обхитрить» природу. Так, мы можем не знать и не понимать до конца процессы, происходящие на далёком периодическом пульсаре. Но, заметив его периодичность, мы можем предсказывать очередные периоды проходящих от пульсара радиосигналов и надеяться, что его период не сойдётся (что также иногда случается).

можем зонировать Землю, мы можем сказать, что «это зона сейсмической активности — здесь высокие дома строить, наверное, не надо». Но сказать, что землетрясение произойдёт такого-то числа в такое-то время с такой-то мощностью — этого мы делать не можем.

Активность на Солнце — мы её примерно понимаем, но точно не прогнозируем.

Активность нормальных звёзд. Активные фазы эволюции звёзд — взрывы сверхновых, гамма-всплески, взрывные процессы на звёздах. . . Мы представляем себе, о чём идёт речь. Но сказать: «Вот там сейчас взорвётся звезда!» невозможно.

Столкновение спутников на орбите. Казалось бы, мы сами эти спутники наделали и назапускали. Но их столько! А особенно те, которые вышли из эксплуатации. Недавно был первый в истории человечества случай: два спутника взяли и лоб в лоб столкнулись. Не спутник с осколком другого — это много раз уже было — а лобовое столкновение двух спутников с образованием огромного количества мусора. Событие понятное, но не было предсказано.

Критерии проверки и награждения

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.

За неверные, но логически и научно обоснованные предположения можно поставить 1 балл (или даже 2 балла — в случае очень хорошего объяснения).

При подведении итогов в первую очередь учитывается количество

заданий, за которые поставлено **5 или более баллов**. (А в младших классах предполагаются более мягкие критерии.)

Максимальное количество баллов за каждый вопрос не ограничено. Впрочем, баллы существенно больше 5 на подведение итогов практически не повлияют. Понятно, что если ответ на вопрос — хороший и содержательный, то деление такого ответа на логические составные части и оценивание их баллами в существенной степени зависит от вкусов проверяющего. Достичь единого стандарта в этом случае невозможно. Тем не менее баллы нужно стараться ставить в разумном соответствии с критериями — с целью информирования школьников об их результатах (школьники будут сопоставлять свои баллы с этими же критериями).

1. Почему именно 2009 год объявлен ЮНЕСКО Международным Годом Астрономии?

400 лет (1609 год)	1
изобретения (применения) телескопа	1
Галилео Галилеем	1
Линзы и зеркала древности и средневековья, очки	2
Изобретение подзорной трубы Липперсгеем (Нидерланды)	3
Применение подзорной трубы для астрономических открытий	1
Горы на Луне	1
Спутники Юпитера	1
Фазы Венеры	1
Млечный путь на звёзды	1
Пятна на Солнце	1

Юбилей каких важных событий в истории науки мы отмечаем в этом году?

400 лет публикации книги Кеплера «Новая астрономия», содержащей два из трёх его законов движения планет	2
170 лет Пулковской обсерватории	2
80 лет Московского планетария	2
50 лет начала реализации советской лунной программы: «Луна-1» — пролёт вблизи Луны, «Луна-2» — доставка вымпела, «Луна-3» — первые изображения обратной стороны Луны.	3

40 лет высадки на Луну	2
Другие	1

2. Почему Луна — спутник маленькой Земли, а не огромного Солнца?

Почему одни небесные тела — чьи-то спутники, а другие — «в свободном полёте»? Могут ли спутники «переходить» от одного хозяина к другому? И вообще, если встречаются два тела, то кто вокруг кого «должен» обращаться?

Кто вокруг кого обращается — вопрос выбора системы отсчёта	1
Понятие центра масс системы	1
Понятие о гравитации	1
Закон всемирного тяготения, Ньютон	2
Понятие гравитационного потенциала $U = -GM/R$	1
Зависимость траектории от полной энергии (потенциальной и кинетической): $K + U > 0$ разлёт, $K + U < 0$ замкнутая траектория	1
Ускорение притяжения $a = GM/R^2$	1
Соотношение ускорений Луны от Земли и Солнца	1
Кеплеровы траектории в поле тяготения	2
Задача двух тел: движения вокруг центра масс	1
Системы двойных и кратных звёзд	2
Задача трёх тел — нет аналитического решения в общем случае	3
Приливная сила $a_t = 2GMr/R^3$	3
Отрыв спутника от «хозяина»: $a_t > a$	2
Луна: $a_t < a$ — спутник Земли; «Земля-Луна» — спутник Солнца	1
Траектория Луны вокруг Солнца	1
Передача момента вращения — удаление Луны	1
Движения в поле многих тел (скопления, галактика)	1
Изменение масс двойной системы — эффект праци	1
Точки либрации (точки Лагранжа)	2
Случаи неточечных и деформируемых тел	1
Слияния галактик	1

3. Что изучает наука гляциология? Почему именно гляциологические исследования во всем мире стали так актуальны в последнее время? (Кстати, немецкое слово «Glatze» означает ‘лысина’.)

Природные льды	2
Исторически — глетчеры в Альпах	2
Обоснованное предположение «гляциология — наука о пустынях»	1
Образование ледников	1
Скорость движения ледников	1
Таяние ледников	1
Климатические вариации	1
Гренландия	1
Исследования прежних атмосфер по ледовым кернам	2
Антарктида	1
Морские льды	1
Лёд на других планетах: Марс, Ганимед и др.	2
Лёд на Луне	2

4. В качестве одной из возможных первопричин крушения аэробуса над Атлантикой (А-330 «Эр Франс», 01.06.2009) рассматриваются так называемые «спрайты». Что это за явление и почему спрайты могут быть опасны для полёта самолётов?

Спрайт (англ. Sprite — фея; эльф) — редкий вид грозовых разрядов. Спрайты возникают в нижней части ионосферы Земли — на высотах примерно 50–150 км. Что существенно выше высоты обычных грозовых разрядов, происходящих на высоте не более 15–20 км.

Спрайты — малоизученный объект ввиду редкости, сложности и опасности наблюдения. По этой причине и сам термин «спрайт» (что именно называть спрайтом, а что — нет) пока не является устоявшимся. Первые наблюдения подобных явлений, на которые обратили внимание, относятся к 1989 году.

Вид молнии (грозовой разряд)	2
Типичные параметры молнии	1
Структура грозовых облаков	2
Высота спрайтов, ионосфера	2
Понятие о глобальной электрической цепи Земли	2

Трудность наблюдения спрайтов (зарницы)	1
Молния и самолёты	2
Технические отказы и развитие аварийной ситуации до катастрофы	1
Выводы из катастрофы	1

5. Астрономию 21 века называют всеволновой. Какие волны в распоряжении астрономов уже есть? Каких пока ещё нет? Каких, надо полагать, никогда и не будет?

Электромагнитные — весь спектр	2
Радио, субмм, ИК, вид, УФ, рентген, гамма — перечислены	1
Указаны длины волн (частоты)	2
Указаны приёмники, инструменты или проекты	2
Гравитационные волны — понятие	2
Эффекты ОТО — двойные пульсары	2
Детекторы и поиски гравитационных волн	2
Механические волны — возмущения и движения сред	1
Планетные тела — сейсмические, акустические в жидких и атмосферах	1
Ударные волны — в звёздах, сброс оболочек, звёздный ветер	2
Магнитогидродинамические — корона Солнца, магнитосфера Земли, гелиосфера	2
Волны плотности в спиральных галактиках	1
Нет: звук в космосе — нет среды	1
Нет: сильные, слабые взаимодействия — короткодействующие	1

6. Какие новые океаны могут возникнуть на нашей планете Земля в обозримом будущем? Когда примерно? Какие, наоборот, могут исчезнуть?

Изменения геометрической конфигурации мирового океана, очевидно, могут происходить в результате горизонтальных (движения, смещения) и вертикальных (поднятия/опускания) перемещений элементов земной поверхности. А также в результате поступлений или изъятий объёмов воды в мировом океане, что также приведёт к затоплению либо осушению части земной поверхности.

Также, формально, исчезновением части океана можно считать промерзание этой части до дна.

С современной точки зрения, подтверждённой многочисленными наблюдениями и измерениями, земная поверхность состоит из нескольких литосферных плит. Литосферные плиты являются относительно жёсткими образованиями и перемещаются друг относительно друга. Известны с достаточной точностью направления и скорости взаимного перемещения в настоящее время, а также процессы, происходящие на границах литосферных плит. Это позволяет дать прогноз деформации современного рельефа земной поверхности на некоторое время вперёд.

Однако, имеющиеся в настоящий момент научные данные не позволяют предсказать стабильность дальнейшего поведения земной литосферы, предсказать время и место возможных катастрофических изменений. Поэтому составление точного долгосрочного прогноза невозможно. Мы можем лишь делать отдельные гипотетические предположения. И, соответственно, оценивать их разумность.

Литосферные плиты	1
Геодинамика — понятие	1
Рифт и спрединг	1
Скорости движения плит	1
Пангея, Тетис	2
Расширение Атлантики, Индийского, Южного океанов	1
Сжатие Тихого океана	1
Характерное время 500 млн. лет	1
Байкал	1
Большой Африканский рифт	1
Красное море, Мёртвое море	1

7. Какие астрономические явления всегда будут для нас «неожиданными» (непредсказанными)?

Понятие предсказуемости — расчётные движения небесных тел	2
Малые тела и приближение астероидов — патруль	1
Падение метеороидов, болидов — раннее предупреждение	1
Метеорные потоки, метеорный патруль	1
Землетрясения, цунами — прогнозы, служба оповещения	1

Активность Солнца — патруль (служба Солнца)	1
Активность нормальных звёзд	1
Активные фазы эволюции, взрывы — новые, сверхновые	1
Гамма-всплески	1
Столкновения спутников на орбите — космический мусор	1
Принципиально новые феномены (пульсары, жизнь вне Земли)	1
Невозможность наблюдения и предсказания каких-либо событий за световым горизонтом	1

Примечание. Рассмотренный вопрос ставился с физической точки зрения: о теоретической возможности предсказаний будущих астрономических событий по теоретически доступным данным наблюдений.

Но у вопроса есть и «информационная» составляющая. Современные возможности астрономических наблюдений позволяют наблюдать космическое пространство с такой точностью и детализацией, что количество деталей, которые мы в принципе можем увидеть на всём небе, сравнимо с количеством атомов на Земле.

Практически любой объект Солнечной системы мы вообще можем наблюдать на атомном уровне, послав туда оборудованный соответствующим образом космический аппарат или даже экспедицию космонавтов.

Но *одновременно* мы всё это наблюдать не можем. Нам просто не хватит ни места на Земле для размещения всех необходимых приборов, ни материала для их строительства. Да и записать результаты наблюдений тоже будет некуда.

Увы, реально наблюдать мы можем только крошечную часть доступного для наблюдений космического пространства. Но, правда, что именно и когда наблюдать — мы в основном можем выбирать сами.

Про остальные же астрономические события, увы, никто никогда не узнает. И никогда не предскажет. Так как наблюдения, на основе которых в принципе можно было бы сделать предсказания, тоже не проводились.

Описанная ситуация крайнего информационного насыщения отчасти преодолевается организацией мониторинговых и патрульных наблюдений по заранее выбранным параметрам. И затем уже — прицельными подробными наблюдениями тех объектов, которые нас заинтересовали.

Также в критериях описанная ситуация отчасти соответствует пункту «Принципиально новые феномены».

Каждое задание считалось выполненными успешно (засчитывалось), если за него поставлено 4 или больше баллов. Такие задания отмечались в списке оценок знаком (+).

Оценки e и v 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).

Класс	e (многоборье)		v (грамота)	
	сумма баллов	количество задач	сумма баллов	количество задач
5 и младше	3	1	5	1
6	5	1	9	1
7	7	1	11	1
8	8	1	14	1
9	9	1	15	2
10	10	1	16	2
11	11	1	18	2

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

Статистика

Сведения о распределении баллов по заданиям.

Баллы	Номера заданий						
	1	2	3	4	5	6	7
-	3802	1096	3323	4073	4329	3115	2113
0	1275	2598	1450	1238	772	1692	1205
1	675	1148	636	305	505	687	1943
2	140	591	402	307	259	349	629
3	132	378	109	73	150	162	190
4	66	189	112	78	76	75	48
5	56	102	104	78	37	62	28
6	13	34	13	1	15	9	10
7	1	10	6	4	9	4	0
8	6	8	7	10	11	7	1
9	1	3	3	0	1	2	0
10	1	6	3	1	3	2	0
>10	0	5	0	0	1	2	1
Всего	6168	6168	6168	6168	6168	6168	6168

Сведения о распределении суммы баллов по классам.

Сумма баллов	Классы // количество участников											Всего
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	
0	0	3	1	9	76	233	289	306	218	137	49	1321
1	0	1	0	2	63	170	268	322	247	160	57	1290
2	0	0	2	2	29	83	192	206	182	135	79	910
3	e 0	e 0	e 0	e 2	e 20	45	111	134	114	91	71	588
4	0	0	0	0	15	45	81	89	81	77	67	455
5	v 0	v 0	v 0	v 2	v 8	e 21	54	66	64	57	75	347
6	0	0	0	0	9	21	32	35	62	66	54	279
7	0	0	0	0	5	16	e 21	24	44	42	53	205
8	0	0	0	0	2	7	15	e 21	38	30	31	144
9	0	0	0	0	3	v 3	18	12	e 35	29	32	132
10	0	0	0	0	1	3	7	9	19	e 18	19	76
11	0	0	0	0	1	2	v 11	6	15	14	e 11	60
12	0	0	0	0	0	2	7	7	9	19	13	57
13	0	0	0	0	0	2	4	5	5	21	23	60
14	0	0	0	0	0	2	2	v 6	5	9	22	46
15	0	0	0	0	0	0	0	3	v 7	6	16	32
16	0	0	0	0	0	1	2	2	5	v 7	12	29
17	0	0	0	0	0	0	1	2	2	6	3	14
18	0	0	0	0	0	2	1	0	4	14	v 5	26
19	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	6	11
20	0	0	0	0	0	0	0	0	3	4	7	14
21	0	0	0	0	0	0	1	0	5	6	6	18
22	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	6	9
23	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	3	7
24	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	5	7
25	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	1	3
>25	0	0	0	0	0	2	1	2	2	12	6	25

Знаками «e» и «v» в таблице показаны границы соответствующих критериев награждения (для критериев по сумме баллов, см. таблицу на стр. 192).

Решаемость заданий по астрономии и наукам о Земле (решёнными считались задания, за которые поставлено не менее 4 баллов) ***

Количество заданий	Классы // количество участников										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
0 заданий	0	4	3	15	214	619	1046	1165	1029	784	503
1 задание	0	0	0	2	15	32	56	72	94	100	93
2 задания	0	0	0	0	3	6	15	14	31	44	57
3 задания	0	0	0	0	0	1	1	4	12	30	50
4 задания	0	0	0	0	0	1	0	1	1	8	20
5 заданий	0	0	0	0	0	0	0	2	1	6	8
6 заданий	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	1
7 заданий	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

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	4	3	17	232	660	1118	1258	1168	973	732	6165
«e»	0	0	0	2	33	46	36	22	139	126	111	515
«v»	0	0	0	2	31	42	76	94	51	94	137	527

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. Авторы приведённых ниже стихотворений — великие русские поэты. Как можно полнее ответьте, чем похожи эти стихотворения (обратите внимание и на содержание, и на форму) и в чём основные различия между ними. Определите автора каждого стихотворения и аргументируйте свой ответ.

14-ое декабря 1825 года

Вас развратило самовластье,
И меч его вас поразил, —
И в неподкупном беспристрастье
Сей приговор закон скрепил.
Народ, чуждаясь вероломства,
Поносит ваши имена —
И ваша память от потомства,
Как труп в земле, схоронена.

О жертвы мысли безрассудной,
Вы уповали, может быть,
Что станет вашей крови скудной,
Чтоб вечный полюс растопить.
Едва дымясь, она сверкнула
На вековой громаде льдов,
Зима железная дохнула —
И не осталось и следов.

1826

Во глубине сибирских руд
Храните гордое терпенье,
Не пропадёт ваш скорбный труд
И дум высокое стремленье.

Несчастью верная сестра,
Надежда в мрачном подземелье
Разбудит бодрость и веселье,
Придёт желанная пора:

Любовь и дружество до вас
Дойдут сквозь мрачные затворы,
Как в ваши каторжные норы
Доходит мой свободный глас.

Оковы тяжкие падут,
Темницы рухнут — и свобода
Вас примет радостно у входа,
И братья меч вам отдадут.

1827

2. Перед вами отрывки из трёх произведений русских писателей XX века (имена персонажей заменены значком NN).

1. Всегда NN по подъёму вставал, а сегодня не встал. Ещё с вечера ему было не по себе, не то знобило, не то ломало. И ночью не угрелся. Сквозь сон чудилось — то вроде совсем заболел, то отходил маленько. Всё не хотелось, чтобы утро.

Но утро пришло своим чередом.

Да и где тут угреешься — на окне наледи намётано, и на стенах вдоль стыка с потолком по всему бараку — здоровый барак! — паутинка белая. Иней.

2. Некоторое время он стоял у окна: небо было простоквашей; изредка в том месте, где плыло слепое солнце, появлялись опаловые ямы, и тогда внизу, на серой кругловатой крыше фургона, страшно скоро стремились к бытию, но, недовоплотившись, растворялись тонкие тени липовых ветвей. Дом насупротив был наполовину в лесах, а по здоровой части кирпичного фасада оброс плющом, лезшим в окна. В глубине прохода, разделявшего палисадник, чернелась вывеска подвальной угольни.

Само по себе всё это было видом, как и комната была сама по себе; но нашёлся посредник, и теперь этот вид становился видом из этой именно комнаты.

3. Дальше город прекращался — там была лишь пивная для отходников и низкооплачиваемых категорий, стоявшая, как учреждение, без всякого двора, а за пивной возвышался глиняный бугор, и старое дерево росло на нём одно среди светлой погоды. NN добрёл до пивной и вошёл туда на искренние человеческие голоса. Здесь были невыдержанные люди, предававшиеся забвению своего несчастья, и NN стало глуше и легче среди них. Он присутствовал в пивной до вечера, пока не зашумел ветер меняющейся погоды; тогда NN подошёл к открытому окну, чтобы заметить начало ночи, и увидел дерево на глинистом бугре — оно качалось от непогоды, и с тайным стыдом заворачивались его листья.

Если можете, назовите произведения и их авторов. (Подсказка: в 2009 году отмечается 110-летие со дня рождения двоих из этих писателей).

Когда и где разворачивается действие каждого произведения?

Вы, наверное, почувствовали, что в этих отрывках есть общее: повествование ведётся от третьего лица, но таким образом, что строй речи позволяет проникнуть в сознание главного героя. Какие особенности языка отличают каждый отрывок от других? Что вы узнали (или можете предположить) о главных героях произведений по тому, что и как о них сказано?

Какому из трёх произведений принадлежит следующий отрывок? Почему вы так считаете?

После ветра опять настала тишина, и её покрыл ещё более тихий мрак. NN сел у окна, чтобы наблюдать нежную тьму ночи, слушать разные грустные звуки и мучиться сердцем, окружённым жёсткими каменистыми костями.

Назовите другие произведения, в которых повествование устроено подобным образом, т. е. все события показаны через призму сознания главного героя.

А как ещё может строиться повествование? Расскажите об этом на конкретных примерах.

3. *Ниже приводятся фрагменты стихотворения современного поэта Тимура Кибирова «Вступительный центон».*

С необщим выраженьем рожи
Я скромно кланяюсь прохожим.
Но сложное понятней им.
А мы... Ничем мы не блесним.

Мораль из моды вышла ныне...
<...>

Пристойней тайное злорадство,
Что нам Врага не одолеть,
И что исчезнул, как туман,
Нас возвышающий обман,

Что совести и смысла нету,
А низких истин — тьмы и тьмы,
И что достойно есть поэту
Восславить царствие Чумы.
<...>

Такая уж досталась доля,
Такой закон поэту дан —
Он эпатирует мещан
Враждебным словом отрицанья,
Не принимая во вниманье,
Пропал он нынче или пан!

Вот почему нравоученья
И катехизиса азы
Во вдохновенном исступленьи
Лепечет грешный мой язык.

Какие цитаты из произведений русской поэзии (укажите, если можете, названия и авторов) здесь встречаются?

Что такое «центон»?

Попробуйте сочинить свой центон.

4. Если можете, назовите автора и произведение, из которого взят отрывок. Восстановите имена, заменённые буквами **X**, **Y** и **Z**.

Я благополучно миновал прихожую. Продемонстрировал рисунок землемера Иванова. Рассказал о первой ссылке. Затем о второй. ... «Единственным по-настоящему близким человеком оказалась крепостная няня...» Всё, как положено... «... Была одновременно — снисходительна и ворчлива, простодушно религиозна и чрезвычайно деловита...» Барельеф работы Серякова... «Предлагали вольную — отказалась...» И наконец:

— Поэт то и дело обращался к **X** в стихах. Всем известны такие, например, задушевные строки...

Тут я на секунду забылся. И вздрогнул, услышав собственный голос:

Ты ещё жива, моя старушка,
Жив и я, привет тебе, привет!
Пусть струится над твоей избушкой...

Я обмер. Сейчас кто-нибудь выкрикнет:

«Безумец и невежда! Это же **Z**, — „Письмо к матери“...»

Я продолжал декламировать, лихорадочно соображая:

«Да, товарищи, вы совершенно правы. Конечно же, это **Z**. И действительно — „Письмо к матери“. Но как близка, заметьте, интонация **Y** лирике **Z**! Как органично реализуются в поэтике **Z**...» И так далее.

Я продолжал декламировать. Где-то в конце угрожающе сиял финский нож... «Тра-та-тата-там в кабацкой драке, тра-та-там под сердце финский нож...» В сантиметре от этого грозно поблескивающего лезвия мне удалось затормозить. В наступившей тишине я ждал бури. Все молчали. Лица были взволнованны и строги. Лишь один пожилой турист со значением выговорил:

— Да, были люди...

<...> В Тригорском и в монастыре экскурсия прошла благополучно. Надо было сделать логичнее переходы из одного зала в другой, продумать так называемые связки. В одном случае мне это долго не удавалось. Между комнатой Зизи и гостиной. Наконец я придумал эту злополучную связку. И в дальнейшем неизменно ею пользовался: «Друзья мои! Здесь, я вижу, тесновато. Пройдёмте в следующий зал!..»

Почему смешон этот отрывок и над чем или над кем смеётся его автор?

Где происходит действие? Какие ещё вы знаете музеи в домах, квартирах, усадьбах, где жили знаменитые писатели, русские и зарубежные?

Ответы и комментарии

Задание 1.

Оба стихотворения написаны с торжественной интонацией, которая передаётся и размером (4-хстопным ямбом часто писались оды). (Анна Бочарова, 10 класс, ЦО № 57, г. Москва).

Эти стихотворения похожи прежде всего темой: они описывают последствия восстания декабристов 1825 г. (Мария Антипова, 11 класс, гимназия № 1506, г. Москва).

Конечно же, не составляет никаких трудностей вспомнить то, что первое стихотворение написал Ф. И. Тютчев, а второе А. С. Пушкин. Но давайте допустим, что это неизвестно, и постараемся найти то, что указывало бы на автора.

Легче начать со второго стихотворения. Оно написано как дружеское послание, а значит, автор скорее всего был знаком с декабристами. Действительно, Пушкин в Царскосельском лицее учился вместе с И. Пуциным и В. Кюхельбекером, которые были осуждены на каторжные работы. Кроме того, переписывался с Рылеевым, которого за год до написания этого стихотворения повесили.

А ещё некоторые строки схожи со строками других пушкинских гражданских стихотворений. «Темницы рухнут» перекликается с «обломками самовластья» («Чаадаеву», 1818 г.), «придёт желанная пора» — со словами «товарищ, верь, взойдёт она, звезда пленительного счастья» из того же стихотворения; слова «братья» и «дружество» напоминают о тесной лицейской дружбе, которой посвящено, к примеру, стихотворение «Роняет лес багряный свой убор...» (1825 г.).

Теперь вернёмся к первому стихотворению. На то, что оно принадлежит Тютчеву, в явном виде указывает только строфика — две строфы по восемь строк каждая встречаются у него довольно часто. Если этот аргумент покажется недостаточным, то можно обратиться к методу исключения. В 1826 году, когда было написано это стихотворение, Некрасову исполнилось 5 лет, Фету (который тогда был Шенши) 6 лет, Лермонтову — 12 и он даже не успел написать своего «Кавказского пленника», пестрящего заимствованиями из произведений других поэтов. А В. А. Жуковский, как известно, был очень лоялен к самодержавию (слова гимна «Боже, царя храни...» написаны им) и не стал бы называть его «вечным полюсом». Конечно, исключены пока ещё не все великие поэты того времени... (Николай Лысенко, 11 класс, ЦО № 57, г. Москва)

Оба произведения написаны после знаменитого восстания «сотни прапорщиков», декабристов, и оба выражают отношение авторов к восставшим в тот день. (Вячеслав Кокуркин, 10 класс, Сергиево-Посадская гимназия).

Каково это отношение, авторы удачных работ понимают по-разному. Прежде всего в глаза бросается несхожесть, даже противоположность позиций.

Стихотворения антонимичны друг другу. (Ольга Давыдова, 10 класс, Сергиево-Посадская гимназия).

В первом стихотворении автор осуждает каторжников: «Народ, чуждаясь вероломства, поносит ваши имена. . . ». Во втором стихотворении автор возвышает каторжников перед другими, подбадривая их: «Не упадёт ваш скорбный труд и дум высокое стремленье. . . ». (Валерия Кудряшова, 8 класс, школа № 17, г. Новомосковск, Тульская область).

Некоторые определяют основную идею стихотворений, опираясь не столько на текст, сколько на известные биографические сведения.

Тютчев подходит с позиции дипломата, консерватора, поддерживает самовластье, осуждает декабристов и образами говорит, что это была жалкая попытка, безумие. Пушкин же пишет друзьям и соратникам, которых сослали в сибирские рудники, желая поддержать их, вселить в них надежду. После восстания автор, которого назовут солнцем русской поэзии, признаётся, что сам был бы тогда на Сенатской площади, если бы не ссылка. (Вячеслав Кокуркин).

Стремление вчитаться в стихотворение Тютчева, осмыслить главные образы, услышать его интонацию, понять, как оно построено, приводит к более сложным выводам.

В первом стихотворении автор как будто проклинает восставших и в тот же момент жалеет их. (Андрей Кожухов, 9 класс, школа № 5, г. Новомосковск, Тульская область)

С первого взгляда может показаться, что Тютчев осуждает декабристов. На самом же деле его позиция сложна и многозначна. Уже в первой строке историческая вина возложена на самовластье, которое в завершающей строфе предстает в предельно мрачных тонах: *вечный полюс, вековая громада льдов, зима железная*. (Марина Андрияшкина, 11 класс, школа № 9, г. Брянск).

Нельзя сказать, что автор на стороне власти, иначе он не сравнивал бы её со льдом и зимой. По мнению автора, власть холодна. . . Но в то

же время автор считает, что жертва декабристов была бессмысленна. . . В словах автора осуждение и даже чуть-чуть жалости по отношению к людям, ослеплённым *мыслью безрассудной*. (Анита Демидова, 10 класс, школа № 1246, Москва).

В первой части следуют жестокие упреки, во второй — автор будто бы пытается оправдать людей, которым адресовано данное стихотворение. (Евгения Макаренко, 9 класс, ЦО № 936, Москва).

После первого прочтения стихотворения Тютчева кажется, что Ф. И. на стороне правительства, но на самом деле позиция его многозначна. Он говорит, что идея восстания заведомо обречена, что о декабристах все забудут. Но вместе с тем он запечатлел мужество, самоотверженный и «безрассудный» героизм декабристов. (Дмитрий Селичев, 10 класс, школа № 2 посёлка Дубровка, Брянская область).

Эпитеты *скудный* и *безрассудный* вносят оттенок обвинения, непонимания, палитра стихотворения более тёмная, в ней преимущественно заметны серые оттенки железной зимы, белые вечного полюса, громады льдов, земля чёрная, замёрзшая, в ней как труп схоронена память. (Ольга Давыдова, 10 класс, Сергиево-Посадская гимназия)

В его (Тютчева) стихах есть ощущение . . . беспомощности декабристов перед «зимой железной». Через прилагательное «железный» передаётся ощущение этой внешней силы, которая не дала им «вечный полюс растопить». (Анна Бочарова)

Есть и другие интересные наблюдения над поэтикой стихотворений.

Произведение Ф. Тютчева разделено на две строфы (по восемь строк в каждой), в которых часто встречаются длинные сложные слова (самовластье, беспристрастье и др.) и архаизмы (*уповали, сей, поносит* и др.), что придаёт стихотворению возвышенность и торжественность.

У Пушкина четыре строфы (по катрену в каждой), в строках которых используются развёрнутые сравнения («*как в ваши каторжные норы доходит мой свободный глас*») и олицетворения («*свобода вас примет радостно у входа*», . . . *несчастью верная сестра, надежда. . . разбудит бодрость и веселье*»), что делает стихотворение мелодичней, легче и мягче. (Мария Скрипченко, 10 класс, школа № 21, г. Ковров Владимирской обл.)

Композиционно эти стихотворения отличаются. Композиция тютчевского стихотворения двухчастна. Одна посвящена отношению народа к событиям. А вторая — осмыслению того, что произошло.

Стихотворение Пушкина состоит из четырёх строф, каждая из которых усиливает уверенность лирического героя, что «не пропадет . . . скорбный труд». (Алина Просикова, 8 класс, лицей № 10, г. Волгоград).

В обоих стихотворениях можно явно увидеть аллитерацию на звонкие согласные (р, д, в, б). В первом: *развратило, поразил, беспристрастье, приговор*; во втором: *Во глубине сибирских руд храните гордое терпенье . . .*. Аллитерация помогает настроить читателя на нужный, серьёзный, строгий лад. (Дмитрий Протопопов, 9 класс, школа № 30, г. Березники Пермского края).

Стихотворение написано в духе поэтики и образности декабристов. Поэт использует своеобразную лексику, пафосность речи (*храните гордое терпенье, братья меч вам отдадут*), соответствующие эпитеты (оковы *тяжкие, мрачное* подземелье, *скорбный* труд, *высокое* стремление). (Евгения Зайцева, 11 класс, Локотская школа № 1, Брасовский район Брянской обл.).

И всё же на первом месте для участников конкурса оказался политический, а не поэтический смысл стихотворений. Эта позиция отчётливо выражена, например, в таком высказывании:

Видно, что автор <Тютчев> обвиняет власть, но делает это скрытно: «вечный полюс», «вековая громада льдов», «зима железная» — у нас складывается впечатление тьмы, холода. Позиция автора неясная. Но в стихотворении Пушкина позиция автора ясна сразу. Автор уверен в правоте декабристов, и душой он с ними.

Тютчев пишет, что память будет уничтожена, а Пушкин — что не пропадёт скорбный труд. (Владислав Седов, 9 класс, лицей № 165, Нижний Новгород).

Однако не стоит преувеличивать ясность пушкинской позиции и категорически утверждать, что поэт в 1827 году был уверен в необходимости государственного переворота, в правоте мятежников. А вот «душой он с ними» — это сомнений не вызывает.

То, что стихотворение Пушкина известно и обсуждалось на уроках, видимо, помешало большинству авторов повнимательнее взглянуться в него.

Иначе бы они увидели, что в этом стихотворении ничего не говорится о власти, законе, государстве. Это дружеское послание, хотя и окрашенное в торжественные тона прежних гражданских стихотворений поэта.

То, что случилось с заговорщиками, — *несчастье*, а не расправа,

хотя образы этого несчастья напоминают о реакции тютчевской *железной зимы*: *глубина сибирских руд, мрачное подземелье, каторжные норы, окопы тяжкие, темницы — как труп в земле*. Но у Тютчева героини отторгнуты от мира и осуждены всеми, «у Пушкина же *братья* знают и помнят, кому *отдавать меч, а свободный глас* (пусть и не самих людей, вышедших на Сенатскую площадь, а поэта) проходит *сквозь мрачные затворы*» (Николай Лысенко).

В первом стихотворении есть фраза: «И меч его вас поразил». А во втором: «И братья меч вам отдадут». В первом какой-то ужас во фразе — меч поражает. А во втором, наоборот, мужество. (Татьяна Бебчук, 6 класс, школа № 2007, Москва)

В обоих стихотворениях присутствует тема меча. Но в «14 декабря 1825 года» меч — орудие кары, привилегия самодержавия, приносящего дерзких в жертву закону, орудие убийства, вестник страдания и забвения. В стихотворении Пушкина меч является счастливым избавлением. (Наталия Поляничева, 9 класс, ЦО № 57, Москва)

В стихах упоминается слово «меч», но у А. С. Пушкина это символ чести и дворянства, а у Тютчева это оружие и символ царской власти. (Виктория Душинская, 10 класс, лицей № 1, г. Астана, Казахстан)

В обоих стихотворениях говорится о мыслях и чувствах заговорщиков, но если Тютчев подчёркивает безрассудство и гибельность декабристской мысли, то Пушкин — *дум высокое стремление* — не правоту, но желание общего блага. Тютчев пишет о надежде на успех — тщетном упованье (В первом стихотворении нет никаких проблесков надежды, используются «тяжёлые» эпитеты: «скудный», «на вековой громаде льдов», «зима железная». (Кирилл Михайлов, 10 кл., гимназия № 1514, Москва)), Пушкин — о надежде на освобождение, возвращение с каторги. Не стоит только толковать последнюю строфу пушкинского стихотворения в духе советских историко-революционных фильмов: стражники прежнего режима отеснены, восставшие врываются в тюрьму, распахивают двери темницы, и счастливые бывшие узники, братски обняв освободителей, принимают из их рук оружие для продолжения борьбы. У Пушкина в финале торжествуют не борьба и мятеж, а *любовь и дружество*. Мрак и холод этого стихотворения побеждаются горячими человеческими чувствами: последовательно названы слова *верная сестра, надежда, бодрость, веселье, желанная пора, любовь и дружество, свободный глас, свобода, радостно, братья*.

Тютчев жалеет, но не ободряет, а наоборот, призывает понять свою

безрассудность, Пушкин же вселяет надежду на будущее. (Полина Корнеева, 8 класс, гимназия № 1583, Москва).

Стихотворение Тютчева насыщено глаголами в прошедшем времени — действие забыто. Пушкин использует глаголы в будущем времени — надежда на будущее. (Софья Пожалостина, 8 класс, гимназия № 1514, Москва)

Стихотворение Тютчева заканчивается пустотой — от декабристов ничего не осталось (*не осталось и следов*), в то время как Пушкин выводит своё стихотворение к свету. (Ростислав Амелин, 11 класс, школа № 179, Москва)

Задание 2.

Произведения и авторы:

1. «Один день Ивана Денисовича» А. Солженицына (1918–2008)
2. «Дар» В. Набокова (1899–1977).
3. «Котлован» А. Платонова (1899–1951).

Действие первого произведения происходит в одном из северных исправительно-трудовых лагерей после Великой Отечественной войны.

В 1 тексте часто употребление жаргонизмов, для него характерен разговорный стиль. Ясно, что живёт в специализированном заведении по режиму и что условия этого проживания не самые идеальные («на окне наледи намётано, и на стенах...») (Лариса Жукова, 11 класс, Сергиево-Посадская гимназия).

В 1 фрагменте мы встречаем простонародную лексику («не то знобило, не то ломало», «угреться»), уменьшительные формы слов («малёнько»), лексические повторы («всегда вставал, а сегодня не встал», «по всему бараку — здоровый барак», «не угрелся — где тут угреешься»). <... > Герой, видимо, не отличается большой образованностью и старше 30 лет. Из всего этого можно заключить, что герой принадлежит к разряду так называемых «маленьких людей». (Дарья Сорокина, 10 класс, школа № 1208, Москва).

Особенность языка Солженицына — его «обыкновенность». Солженицын крайне редко использует формальные средства выразительности — эпитеты, метафоры и проч. (Елизавета Самойлова, 11 класс, Сергиево-Посадская гимназия).

В первом — предложения «рубленные», много тире, используются просторечия, например, «угрелся». (Наталья Тышкевич, 10 класс, ЦО № 57, Москва)

Особенности языка первого текста: антитеза: «вставал — сегодня не встал»; «Всё не хотелось, чтобы утро — но утро пришло своим чередом»; «не то знобило — не то ломало». (Ольга Бойцова, 10 класс, школа № 20, г. Новомосковск, Тульская область)

«Один день...» отличает просторечие, переносящее нас в среду заключённых, но вместе с тем показывающее характер Шухова — человека спокойного, неглупого, мыслящего. (Маргарита Вирова, 11 класс, гимназия № 18, г. Алексин, Тульская область)

Действие второго отрывка разворачивается в городе, причём, как можно заметить, не российском — об этом говорят такие детали, как плющ по кирпичному фасаду на городской улице или стоящий под окнами фургон. (В романе «Дар» герой, русский эмигрант, живёт в Берлине).

Во втором — длинные предложения, описывается многими словами окружающая действительность. Необычные ходы речевые, вроде сравнения неба с простоквашей. Используется устарелое «напротив», разговорное усиление «страшно». Всеобщая поэтичность текста за счёт определений и философских переходов. (Наталья Тышкевич)

Особенности языка второго отрывка — неожиданно яркие эпитеты (слепое солнце, опаловые ямы) сравнения (небо — простокваша, колебание теней — как их стремление к бытию). (Мария Антипова)

Второй отрывок по-набоковски изобилует сложносочинёнными предложениями, стремлением воплотить реальность в философские и метафизические образы, высоким стилем языка. (Маргарита Вирова)

Второй текст отличается большой образностью, обильно используются метафоры. По-философски красивое и неожиданно лиричное описание быта даёт основание предположить, что герой очень тонко воспринимает мир, что в его душе есть место красоте и восхищению. (Лариса Жукова)

В третьем отрывке герой выходит из своего городка, маленького, провинциального. Действие происходит в 20-е годы.

Для Платонова характерны странные, неправильные обороты, как будто его герой на ходу учится говорить и сам придумывает слова для обозначения предметов и действий (росло среди светлой непогоды, вошёл на голоса). (Елена Волкова, 11 класс, ЦО № 57, Москва)

От этого даже возникает предположение, впрочем, ошибочное, что «главный герой идёт по незнакомому городу».

Язык Платонова нельзя спутать ни с каким другим. Платонов писал на стыке двух эпох, в постреволюционной России, поэтому его произведения, как правило, синтезируют как дореволюционный русский, так и постреволюционный — язык с большим количеством неологизмов и канцеляризмов. Вопреки ярлыку «самого косноязычного писателя всех времён и народов» Андрей Платонов является, пожалуй, самым интересным и богатым с точки зрения языка писателем. У него «деревья растут среди светлой погоды и... с тайным стыдом заворачивают листья», люди «предаются забвению своего несчастья» в пивной... Главный герой повести — мужчина средних лет, которого накануне уволили с завода, на котором он работал, «за задумчивость». Он искренне хочет улучшить окружающий его мир, но в момент событий, описанных в отрывке, он печален и находится в неведении относительно того, как ему жить дальше. Многие платоновские герои (красноармеец Никита Фирсов из «Реки Потудани», мальчик Вася из «Коровы», а также герои ранних рассказов писателя), имеют похожий характер, склад ума и находятся в схожих обстоятельствах. (Елизавета Самойлова)

Третий текст выдержан в художественном стиле. Герою явно тяжело, тоскливо и одиноко, он стремится к людям, которые искренни в проявлении своих чувств и так же несчастны, как и он. Именно поэтому ему стало легче и глуше. Капля его горя растворилась во всеобщем котле несчастья, кипящего при температуре забвения... Желание вырваться из оков проблем — неслучайно он слушает песни ветра, пытаясь понять законы Вселенной, законы собственной судьбы... (Лариса Жукова)

В некоторых работах сделаны попытки сопоставить героев и язык трёх отрывков.

Во 2-м и 3-м отрывках язык более красочный, длиннее предложения, в отличие от 1-го — там всё просто и ясно без особого приукрашивания. (Полина Корнеева, 8 класс, гимназия № 1583, Москва)

Всех этих главных героев объединяет что-то потерянное, потерянный смысл жизни. В их мире выглядит всё обычно, тускло. Похоже даже на малую часть сумасшествия. У этих героев скучная жизнь, всё идет своим чередом. Можно сказать, присутствует какая-то замороченность, усталость от жизни. (Лолита Корнаухова, 9 класс, школа № 18, г. Тула).

Эти герои (2 и 3. — Ред.) объединены одним — они одиноки. Единственный их собеседник — природа. Они объединяются с ней мыслями, чувствами, но сами не участвуют в её размеренной жизни, предпочитая

наблюдать со стороны. (Маргарита Соловьёва, 8 класс, гимназия № 20, г. Тула).

Для участников конкурса не составило труда определить, что отрывок 4 взят из того же произведения, что и отрывок 3, то есть из «Котлована» А. Платонова.

Отрывок принадлежит тексту 3: используется конструкция «чтобы заметить начало ночи» / «чтобы наблюдать нежную тьму ночи». (Екатерина Складьевская, 9 класс, гимназия № 1583, Москва).

Следующий отрывок, скорее всего, является продолжением третьего текста: зашумел ветер — после ветра опять настала тишина, чтобы заметить начало ночи — чтобы наблюдать нежную тьму ночи. (Лариса Жукова)

Некоторые авторы предложили интересные размышления о разных способах повествования, проявив при этом серьёзную начитанность. Приведём примеры удачных высказываний.

Повествование может строиться:

- от лица главного героя,
- как воспоминания главного героя,
- от лица автора,
- от лица очевидцев.

Например, в повести «Собачье сердце» повествование начинается от пса Шарика (от лица главного героя).

В «Асе» Тургенева главный герой всё вспоминает.

В русских народных сказках повествование ведётся от лица очевидцев. (Видимо, имеется в виду присказка «И я там был, мёд-пиво пил» — Ред.)

Анна Толстова, 9 класс, школа № 1, г. Урай, ХМАО — Югра, Тюменская область.

Повествование может строиться от первого лица. Мы можем наблюдать это в трилогии А. Н. Толстого «Детство. Отрочество. Юность», где повествование ведётся от лица Николеньки Иртеньева. Ещё повествование от первого лица ведётся в автобиографических произведениях. (Валерия Дозорова, 9 класс, Воскресенская средняя школа, село Воскресенское Дубенского района Тульской обл.).

... Подобным же образом повествование устроено и во многих других произведениях (от третьего лица, но таким образом, что строй речи

позволяет проникнуть в сознание главного героя): «Камера обскура» Набокова; «Невыносимая лёгкость бытия» Кундеры, «Сорок первый» Лавренёва. (Елизавета Самойлова)

Такой же принцип повествования используется во многих книгах Ремарка, Хемингуэя, а также у писателей, активно использующих «поток сознания» — Джойс, Вульф и др. (Елена Волкова)

От первого лица в форме воспоминаний или дневниковых записей — «Циники» Мариенгофа, «Солнце мёртвых» Шмелёва.

Реже повествование ведётся так, что главным героем является не повествователь, а его друг, знакомый и т. п. («Приключения Шерлока Холмса» Конан Дойла). (Елизавета Самойлова)

Повествование может строиться от первого лица (Журнал Печорина), от третьего лица без «заглядывания» в душу героя, без прямого психологизма (частично «Война и мир»). В «Шинели» Гоголя повествование ведётся не от лица главного героя, но в некоторых моментах мы воспринимаем события через призму его сознания. Читая дневник Печорина, мы тоже видим не реальную картину происходящего, а её восприятие героем. (Мария Антипова)

Существуют романы в письмах, где героини-рассказчицы постоянно меняются (Л. Улицкая, «Даниэль Штайн, переводчик»). (Дарья Сорокина)

В произведении может быть несколько повествователей, как у Лермонтова в «Герое» — автор, Максим Максимыч, Печорин. (Ирина Щипихина, 11 класс, Сергиево-Посадская гимназия).

Повествование может строиться от особого лица, которое якобы существует и играет некую роль, но в то же время может заглядывать в душу и сокровенные мысли героя. («Евгений Онегин» Пушкина). (Екатерина Степанянц, 9 класс, гимназия № 1531, Москва).

Задание 3.

Поток сознания — поток цитат
У тех, кто с детства с книгой дружен
И пил её и ел на ужин.

Анна Герасимова

Приводим список цитат и отсылок.

С необщим выраженьем рожки — см. стихотворение Е. А. Баратынского «Не ослеплён я музою моею...»: *Но поражён бывает мельком*

свет // Её лица необычим выраженьем...

... скромно кланяюсь прохожим — стихотворение Е. А. Баратынского «Безнадёжность».

Но сложное понятней им — Б. Л. Пастернак, «Волны».

А мы... Ничем мы не блещим. — А. С. Пушкин, «Евгений Онегин», глава 3.

Мораль из моды вышла ныне... — см. «Евгений Онегин», глава 1 (*Латынь из моды вышла ныне*).

... исчезнул, как туман — см. «Чаадаеву» (*Исчезли юные забавы // Как сон, как утренний туман*).

Нас возвышающий обман...

А низких истин — тьмы и тьмы — А. С. Пушкин, «Герой» (*Тьмы низких истин мне дороже // Нас возвышающий обман*), а также см. А. А. Блок, «Скифы» (*Нас тьмы, и тьмы, и тьмы*).

Что совести и смысла нету — см. «Евгений Онегин», глава 1 (*В том совести, в том смысла нет...*).

Восславить царствие Чумы — А. С. Пушкин, «Пир во время чумы».

Такая уж досталась доля — см. М. Ю. Лермонтов, «Бородино» (*Плохая им досталась доля...*)

Он эпатирует мещан — см. из воспоминаний о М. Волошине: «Пур эпате ле буржуа» («„Эпатировать мещан (буржуа)“ (франц.) было выражением, которое в его устах звучало почти программно». Э. Миндлин, «Необыкновенные собеседники»).

Враждебным словом отрицанья — Н. А. Некрасов, «На смерть Гоголя».

Во вдохновенном иступленье — источник неясен; возможно, см. М. Волошин, «Война» (*И тысячи людей // Кидались с вдохновенным иступленьем // И радостью под обода колёс*).

... грешный мой язык — А. С. Пушкин, «Пророк».

«Центон (от лат. cento — одеяло из разноцветных лоскутов) — стихотворение, составленное из строк других стихотворений.» (Краткая литературная энциклопедия)

«Строки должны быть подобраны таким образом, чтобы всё „лоскутное“ стихотворение было объединено каким-то общим смыслом или, по крайней мере, стройностью синтаксического построения, придающего ему вид законченного произведения... Греческие или латинские Ц,

составлять было не так уж трудно, поскольку античные стихи не рифмовались. Гораздо труднее подобрать для Ц. стихи рифмованные. Являясь стихотворной шуткой, Ц. всегда бывают тем комичней, чем лучше знаком читатель со стихотворениями, из которых взяты нужные строки». (А. П. Квятковский. Поэтический словарь)

О значении термина можно было догадаться, даже никогда не встречаясь с ним прежде; об этом, не сумев сочинить собственный центон, сообщила в шутливых стихах одна из участниц конкурса:

Однако я имею мнение,
Что центон — лишь стихотворенье,
Стихотворенье из цитат,
То есть легальный плагиат.

(Анна Матвеева, 10 класс, лицей №1547, Москва)

Публикуем самые удачные из центонов, сочиненных на турнире (иногда вместе с комментариями авторов).

1.
Я к Вам пишу, чего же боле?
И знаю точно: в вашей воле
Мне балл прибавить иль убрать,
А может, вовсе обругать. —
Такая уж досталась доля. . .

Полина Сусликова, 11 кл., Лицей г. Новомосковск, Тульская обл.

2.
На берегу пустынных волн
Проказница мартышка,
Осел, козёл, да косолапый мишка
Затеяли сыграть квартет.
— О чём шумите вы, народные витии?
— Шумим, братец, шумим!
— Прочь споры, зависть, злость,
И волчью вашу я давно натуру знаю.
Обычай мой такой,
Подписано, так с плеч долой!
И тяжки словеса пустые. . .
Недаром помнит вся Россия
Про день Бородина!

Андрей Поваров, 6 класс, гимназия № 1569, Москва

3. Чистой воды центон составить трудно, но я написала вариацию на тему.

Выхожу один я на дорогу,
Так беспомощно грудь холодит,
Петь в церковном хоре я буду,
Коль какой серафим мне велит.
И сегодня особенно тонки
твои руки, пятнист твой наряд.
Петь в церковном хоре я буду
О корабликах в озере Чад.

Мария Антипова, 11 класс, гимназия № 1506, Москва

4. Скажи-ка, дядя, ведь недаром
Хожу я в школу? Там бывало
И будет много разных бед.
Но жив ведь я... Привет тебе, привет!
Там все мои друзья, подружки...
Ну, ладно. Выпьём. Где же кружка?

Екатерина Степанянц, 9 класс, гимназия № 1531, Москва

5.
Касаясь трёх великих океанов...
Страна великая, в ней радость есть и грусть.
Страна пророков, тайн, загадок и обманов —
И в тайне этой ты почишь, Русь.

Ольга Давыдова, 10 класс, Сергиево-Посадская гимназия

6.
Вчерашний день, часу в шестом,
В тумане моря голубом
Я сам с собой веду беседу
Под лаской плюшевого пледа,
Держа кувшин над головой:
«Нет, я не Байрон, я другой,
Под гнётом власти роковой
Люблю грозу в начале мая
И смело ей себя вверяю».

Ольга Фуфаева, 11 класс, школа № 19, г. Самара

7.

Едва дымясь, она сверкнула
В пустыне чахлой и скупой
И силу нежную вдохнула —
Не победит её рассудок мой.

Поникнув гордой головой,
Передо мной явилась ты.
Твоя любовь закрыта тьмой,
Завяли нежные цветы.

Как хороши, как свежи были розы!
Их нет! К чему теперь рыдания,
И ночи, и лобзания, и слёзы,
И горький вкус воспоминанья. . .

Но человека человек
Любил так сильно, безнадежно. . .
В великих истин тёмный век
Не каждый мог любить так нежно.

Ульяна Овчеренко, 10 класс,
лицей № 60, г. Астана, Казахстан

8.

Вы помните, вы все, конечно, помните. . .	Есенин
Сейчас сижу всё так же у окна.	Бродский
Мой крик: «Не выходи из комнаты!»	Бродский
И ваш: «Любовь — одна!»	Гиппиус

Маргарита Вирова, 11 кл.,
шк. № 18, г. Алексин, Тульская обл.

9.

Был летний день. Был солнцем полон сад. Горели
На юных вишнях спелые плоды.
Уже проснулась тучка золотая. Рдели
Там, на востоке, грозных гор гряды.

Одним толчком согнать ладью живую!
Волнуйся подо мной, угрюмый океан!
Взглянуть на тучку в небе золотую!
Вдохнуть солёный, ласковый туман!

О, как прекрасен парус белый, яркий!
Весло, о как легко ты под рукой!
О, как поют над синим морем чайки,
Как будто в этом море есть покой.

Елизавета Левина, 11 класс, гимназия № 1514, Москва

10. Опять стою на перепутье,
И, хоть и холодно в груди,
До истины, до самой сути,
Пожалуй, хочется дойти.

И невозможное возможно,
Путь стерта старая джинса,
— Перелистаю осторожно
Дверей забытых имена.

И с бредом шелестящих листьев
Опять тоскуют ковыли,
А тьма и горечь низких истин,
Как прежде, кличут издали.

Но гул затих. И на подмостки
По лестнице протекших дней
Взошёл век новый, сняв с повозки
Народы, царства и царей.

И снова провода под током
Друг к другу тянутся сильнее,
Забыв про злой глагол пророка,
Что жжёт огнём сердца людей.

Так будет до скончанья века —
Тоскливый лязг и шорох снов,
Ночь, улица, фонарь, аптека
И шёпот истин и основ. . .

(Пастернак, Блок, Пушкин, Державин,
Макаревич, Шевчук, Городницкий).

Анна Семина, 11 класс, школа № 81, Москва

11. Я сделал необычный центон, с гордостью скажу. Его можно охарактеризовать как центон содержания. Поэтому-то кроме стихотворения это ещё и содержание какого-нибудь сборника стихов.

Я
Утро
Следующий день
Порт
Театры
Четырёхэтажная халтура
Из улицы в улицу
За женщиной
По мостовой
Эй!
Здравствуйте
Лиличка
Послушайте
Несколько слов обо мне
Несколько слов о моей маме
Кое-что про Петербург
Тоже мне
Любовь
Мечта поэта
Сволочи
Ничего не понимают
Ко всему
Адище города
Фабрика мёртвых душ
А всё-таки
Радоваться рано
Революция
Никчёмное самоутешение
России
За что боролись?
Еду в авто
Война объявлена
Вывескам
Мама и убитый немцами вечер
Моё к этому отношение
Надоело
Гимн судьбе
Гимн взятке
Гимн обеду
Гимн здоровью

Гимн учёному
Гимн критику
Вот так я сделался собакой
А вы могли бы
Братья писатели
Последняя петербургская сказка
Интернациональная басня
Дешёвая распродажа
Чудеса!
...
Две культуры
Кино и вино
На что жалуетесь
Мы отдыхаем
Ночь
Исчерпывающая картина весны
Себе любимому посвящает эти строчки автор
С товарищеским приветом
Маяковский

Ростислав Амелин, 11 класс, школа № 179, Москва

Задание 4.

Приведённый отрывок из автобиографической повести Сергея Донатовича Довлатова «Заповедник» рассказывает об одной из экскурсий, проведённой автором в Пушкинских горах. Именно здесь он работал в 1970-ые годы, останавливаясь в одном из домов близлежащей деревни Березино. Многие жители помнят и с удовольствием показывают туристам этот теперь уже полуразвалившийся дом, где некогда снимал комнату Довлатов. Сейчас на сайте «Литературного отеля Арина Р.» рядом с рассказом о пушкинских местах размещён раздел, посвящённый биографии Довлатова в Пушкинских горах (http://www.arinahotel.ru/pgory_dovlatov.html). И даже если не все догадались, что автор «смеётся над собой в молодости, рассказывая об интересных и смешных ситуациях в своей практике и о том, как он из них выходил» (Елена Цветкова, 10 класс, школа №32 г. Череповец Вологодской обл.), то большинство участников отметили, что перед ними «скорее всего, рассказ о человеке, который ведёт экскурсию по дому-музею Пушкина» (Елена Ханина, 10 класс, школа № 9 г. Новомосковск Тульской области).

Конечно, нетрудно догадаться, что под буквой У скрывается А. С. Пушкин, а X — та самая няня Арина Родионовна (некоторые участники даже вспомнили ее фамилию — Яковлева), к которой он часто обращался в стихах. Символом Z обозначен С. А. Есенин, чьё знаменитое стихотворение «Письмо матери» (1924) автор нечаянно перепутал с пушкинским «Зимним вечером» (1825). Это, безусловно, делает ситуацию забавной, что и отмечают участники олимпиады: «Отрывок смешон потому, что его автор (герой) иронизирует сам над собой, забыв задушевные строки, посвящённые Арине Родионовне, он начинает декламировать „Письмо к матери“ Есенина, однако при этом в критической ситуации не теряет способности мыслить и с достоинством выходит из затруднительного положения» (Елизавета Самойлова).

Многие акцентировали внимание как раз на том, что смешон не сам факт ошибки, а именно то, что «автор сумел „выкрутиться“ таким поразительным образом» (Екатерина Семёнова, 10 класс, школа № 9, г. Алексин, Тульская обл.) и как ловко выходит «из своего положения, с каким форсом декламирует стихи Есенина, выдавая их за стихи Пушкина; автора неизменно выручает чувство юмора и артистичность» (Лариса Жукова). Можно сказать и так: «Смешно нам потому, что рассказчик очень ловко выкручивается из неловкой ситуации, так что окружающие, слушатели ничего не замечают. Потому что слушатели рассеянны, может быть, даже безграмотны и вовремя не делают замечания рассказчику» (Дарья Кошелева, 9 класс, ШГГ, г. Череповец Вологодской обл.). Иногда так формулируют контраст: «В данном отрывке автор высмеивает незнание экскурсовода, но показывает его сообразительность» (Антон Скрипунов, 10 класс, школа № 2, г. Алексин, Тульская область).

Кроме того, особый юмор придают тексту и волнение автора, и его страх оказаться пойманным на этой ошибке, боязнь, что кто-нибудь из толпы уличит его: «Он подумал, что все сейчас узнают это и будут осуждать его» (Дарья Егорова, 10 класс, школа № 2, г. Новомосковск, Тульская область).

Некоторые заметили, что «автор не может придумать фразы-связки, помогающие посетителям перебраться в следующую комнату, что также создаёт комический эффект» (Ольга Буйволова, 11 класс, Лицей г. Новомосковск, Тульская область).

Кто-то сделал более общие умозаключения, говоря о тонкостях литературоведческого анализа: «Автор смеётся над тем, как можно интерпретировать литературу; случайная ошибка может вылиться в вывод, который может быть случаен и неправилен» (Мария Антипова).

Одна участница привела тонкое наблюдение: «Автор этого произведения смеётся над невежеством людей, которое они проявляют, стремясь показать свои знания, которых на деле нет. Экскурсовод ошибочно начинает читать стихотворение Есенина вместо Пушкина, а никто из слушателей этого даже не замечает». Более того, в ходе цитирования строк из пушкинских «произведений, один слушатель выкрикивает: „Да, были люди в наше время!“, а это строки не Пушкина» (Елена Ханина).

Конечно, в таком живом и увлекательном тексте очень трудно уловить конкретные смешные моменты, весь пронизанный иронической интонацией автора, эпизод смешон от начала и до конца. Хотя некоторые школьники находят в повествовании и весьма грустные нотки: «Отрывок смешон тем, что автор пользуется трафаретами для своего рассказа о Пушкине, а необразованные туристы воспринимают это как должное, совершенно не заботясь о том, что им говорят. Для них главное форма, а не содержание. Но это скорее трагедия» (Лариса Жукова).

Этот отрывок «действительно наполнен иронией. Это чувство у автора в первую очередь вызывает публика, приехавшая посетить музей и не имеющая ни малейшего представления о человеке, жившем здесь» (Полина Сусликова, 11 класс, Лицей г. Новомосковск, Тульская область). Или, другими словами, так: «Отрывок смешон тем, что для слушателей экскурсовода было практически всё равно, какой он приведёт пример стихотворения или вообще что он неправильно говорит. Они молча одобряли его рассказ, и последняя фраза о тесноте зала особенно выявила эту слушательскую тупость» (Илья Петров, 9 класс, лицей № 1553, Москва).

Интересных и точных формулировок очень много, каждый в первую очередь видит в довлатовском тексте что-то своё. Но резюмировать комический эффект приведённого в задании отрывка можно, пожалуй, так: герой произведения иронизирует, «естественно, над собой, но и над невежеством людей, которым он проводит экскурсию: они даже не поняли ошибки своего экскурсовода, а турист сказал: «... да, были люди...» (Екатерина Гладкова, 10 класс, лицей № 2, г. Тула). Или так: «С одной стороны, автор смеётся над туристами, которые приехали, просто чтобы прикоснуться к „высокому“, почти не играющему в их жизни никакой роли (ведь понять, что цитируется Есенин, они не смогли), и чтобы со значением выговорить: «Да, были люди...». С другой стороны, автор смеётся над всей экскурсионной системой. «Рисунок землемера Иванова», «барельеф работы Серякова» — и это всё нужно повторять каждый день группам людей, которые всё равно ничего из

этого не запомнят: зачем-то нужны логичные „связки“ там, где их и быть не может, — опять нелепость. Одним словом, автор книги, поработав экскурсоводом, понял многие абсурдные стороны этой профессии.» (Николай Лысенко).

«Под конец приведу перечень музеев, расположенных в зданиях, где когда-то жили писатели и поэты: дом-музей А. П. Чехова в Москве на Садово-Кудринской улице (д. 6), дом-музей Н. В. Гоголя на Никитском бульваре, дом-музей, где располагался «Современник» и жил Н. А. Некрасов, на Литейном проспекте в Санкт-Петербурге²⁵, дом-музей А. Н. Островского на Малой Ордынке в Москве, дом-музей Н. А. Островского в Сочи²⁶, последняя квартира А. С. Пушкина на Мойке (Санкт-Петербург), музей-усадьба в Ясной Поляне, где жил Л. Н. Толстой. В скором времени планируют открыть²⁷ дом-музей И. С. Тургенева в Москве по адресу Остоженка, 37». (Николай Лысенко).

Разумеется, этот перечень можно было бы сделать гораздо длиннее.

Критерии оценивания и награждения

Каждое задание оценивается целым неотрицательным количеством баллов.

Оговорим, что за особенно удачные формулировки ответов, ценные нетривиальные мысли проверяющий может начислять бонусные баллы (не более 3 баллов за каждое задание).

Задание 1 оценивается из 10 баллов.

1.1. За каждого верно указанного автора (с аргументацией) начисляется по 1 баллу.

1.2. За обстоятельный и полный сравнительный анализ может быть начислено до 8 баллов.

Задание 2 оценивается из 15 баллов.

2.1. За правильно указанных авторов и названия — 2 балла.

2.2. За указание того, где и когда разворачиваются события — 1 балл.

2.3. За аргументированный ответ, к какому произведению относится отрывок, — 2 балла.

²⁵вернее, музей-квартира Некрасова на Литейном, д. 36 — Ред.

²⁶правильнее сказать, Государственный сочинский литературно-мемориальный дом-музей Николая Островского — Ред.

²⁷торжественное открытие этого первого в Москве музея Тургенева состоялось 8 октября 2009 года — Ред.

2.4. За рассказ о том, как может быть устроено повествование (с примерами), — 3 балла.

2.5. За обстоятельные, с комментариями, примеры произведений, в которых события показаны через призму сознания героя, — 2 балла.

2.6. За сравнительный анализ отрывков — 3 балла.

2.7. За рассказ о том, что можно узнать о главных героях по тому, что и как о них сказано, — 2 балла.

Задание 3 оценивается из 10 баллов.

3.1. Указание на цитаты оценивается из 4 баллов.

3.2. Объяснение термина «центон» и особенностей данной стихотворной формы оценивается из 2 баллов.

3.3. Сочинение центона оценивается из 4 баллов.

Задание 4 оценивается из 6 баллов.

4.1. 2 балла начисляется за восстановление имён и названия места действия.

4.2. 2 балла может быть начислено за рассказ о других известных усадьбах, музеях и домах, где жили писатели.

4.3. В 2 балла оценивается повествование о том, как и из-за чего возникают в тексте смешные моменты.

Баллы внутри каждого задания, начисленные за разные логические части ответа, суммируются.

В критериях по каждому заданию подпункты перечислены в том же порядке, в каком баллы по этим подпунктам выставляются в протокол и в детализированной форме сообщаются участникам. Бонусные баллы в протоколе ставятся по каждому заданию в последнюю позицию после всех баллов по критериям.

Статистика

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	0	3	7	153	698	881	1093	1204	1298	1228	6565
«e»	0	0	0	0	9	18	14	19	43	99	124	326
«v»	0	0	0	0	1	0	1	5	14	51	45	117

Сведения о распределении баллов проверки по заданиям.

Баллы	Номера заданий			
	1	2	3	4
-	1027	3230	3234	3314
0	1294	775	817	742
1	1271	632	1101	950
2	1112	591	539	670
3	749	426	352	400
4	456	277	215	243
5	258	198	141	119
6	157	137	80	90
7	108	101	29	21
8	65	73	32	12
9	48	48	16	4
10	16	39	4	0
11	0	21	3	0
12	2	8	2	0
13	2	5	0	0
14	0	3	0	0
15	0	0	0	0
16	0	0	0	0
17	0	1	0	0
>17	0	0	0	0
Всего	6565	6565	6565	6565

Оглавление

Предисловие	3
Статистика	10
Конкурс по математике	22
Задания	22
Решения к заданиям конкурса по математике	23
Критерии проверки и награждения	27
Статистика	28
Конкурс по математическим играм	30
Условия игр	30
Решения	32
Критерии оценивания	36
Критерии награждения	38
Статистика	38
Конкурс по физике	41
Задания	41
Ответы и решения	43
Проверка и награждение	58
Статистика	60
Конкурс по химии	62
Задания	62
Решения	63
Критерии оценивания и награждения	75
Статистика	78
Конкурс по истории	81
Вопросы и задания	81
Ответы, решения и комментарии	85
Когда пал Карфаген (текст с ошибками)	92
Звёздный час Макиавелли (текст с ошибками)	95
Критерии проверки и награждения	99
Статистика	100
Конкурс по биологии	102
Задания	102
Ответы и комментарии	104

Критерии проверки и награждения	118
Статистика	119
Конкурс по лингвистике	121
Задачи	121
Решения задач конкурса по лингвистике	123
Критерии оценивания работ	127
Критерии подведения итогов	129
Статистика	133
Конкурс по астрономии и наукам о Земле	134
Вопросы	134
Комментарии к заданиям	135
Критерии проверки и награждения	185
Статистика	192
Конкурс по литературе	195
Задания	195
Ответы и комментарии	199
Критерии оценивания и награждения	218
Статистика	219

32-й Турнир им. М. В. Ломоносова 27 сентября 2009 года.
Задания. Решения. Комментарии.

Ответственный за выпуск А. К. Кулыгин

Автор иллюстрации на обложке Т. А. Карпова. Рисунок составлен по мотивам заданий по математике (№ 4), физике (№ 7), биологии (№ 2).

Иллюстрации в тексте: Д. Е. Щербаков, А. К. Кулыгин.

Корректоры: А. К. Кулыгин, Д. Е. Щербаков.

Лицензия ИД № 01335 от 24.03.2000 г. Подп. к печати 01.12.2010.

Формат 60×90¹/₁₆. Печать офсетная. Объём 14 печ. л.

Заказ . Тираж 5000 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 978-5-94057-712-6



9 785940 577126 >

XXXII Турнир

имени М. В. Ломоносова



27 сентября 2009 года

Задания. Решения. Комментарии