XXI Турнир

имени М. В. Ломоносова

1998

Информационный Центр Турнира Городов

**Московский Центр
непрерывного математического образования**

Отчёт о Турнире им. М. В. Ломоносова 1998 года
М.: ИЦТГ, МЦНМО, 1999. — 78 с.

Условия и решения заданий с подробными комментариями (математика, математические игры, физика, химия, астрономия и науки о Земле, биология, история, лингвистика), критерии проверки работ и определения победителей, правила проведения, статистические данные.

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

Турнир проведён при финансовой поддержке Московского комитета образования и Международной Соросовской программы образования в области точных наук (ISSEP).

Электронная версия находится на www-сервере МЦНМО
`http://www.mccme.ru/olympiads/turlom/98`

Издательство Московского Центра
непрерывного математического образования

Лицензия ЛР № 071150 от 11.04.1995 г.
Объём 5,25 п. л. Тираж 1500 экз.

Ответственный за выпуск А. К. Кулыгин
Авторы текста: В. О. Бугаенко, С. А. Дориченко, А. К. Кулыгин,
Е. В. Муравенко, А. М. Романов, З. П. Свитанько, Г. А. Соколова,
С. Г. Смирнов
Корректоры: С. Кособоков, А. К. Кулыгин, М. Ю. Панов

МЦНМО
121002, Москва, Г-2, Большой Власьевский переулок, 11

Размножено Фондом математического образования и просвещения

Отчёт о XXI Турнире им. М. В. Ломоносова
28 сентября 1998 года

Турнир им. М.В. Ломоносова — ежегодное многопредметное соревнование по математике, физике, наукам о Земле, химии, биологии, истории, лингвистике. Цель Турнира — дать участникам материал для размышлений и подтолкнуть интересующихся к серьёзным занятиям. Турнир проводится Международным оргкомитетом Турнира городов при поддержке МИПКРО (Московского института повышения квалификации работников образования), Московским Центром непрерывного математического образования, вузами и школами Москвы.

21-й Турнир им. М. В. Ломоносова состоялся в воскресенье, 27 сентября 1998 года. В нём приняли участие более 2000 школьников, из них 843 были отмечены грамотами за успешное выступление на различных конкурсах.

Турнир проводился в Российском государственном гуманитарном университете, Московском Центре непрерывного математического образования, московских гимназиях №1543, 1567, Московском лицее информационных технологий, московских школах №26, 444, 491, 520, 602 (Зеленоград), 905, 1180, 1678.

Турнир им. М. В. Ломоносова состоит из нескольких конкурсов. Все конкурсы по различным предметам проводятся одновременно в разных аудиториях. Школьники могут в любое время переходить из аудитории в аудиторию и принять участие в любом количестве конкурсов, победители определяются отдельно в каждом конкурсе. Один конкурс (математические игры) — устный, остальные — письменные.

Предполагаемый возраст участников — 7 класс и старше, включая 11. В Турнире могут принимать участие и более младшие школьники (некоторые из них получили грамоты за успешное выступление). Следует, однако, учесть, что специальных заданий для учащихся 6 классов и младше не предусматривается; учащимся этих классов имеет смысл приходить на Турнир, если они готовы решать задания 7 класса.

Большая часть тиража этой книжки будет роздана школьникам, успешно выступившим на следующем Ломоносовском Турнире, который состоится осенью 1999 года. Мы постарались сделать её интересной и полезной для всех них, независимо от класса. Поэтому сложность и подробность изложения материала достаточно сильно варьируется — от забавных цитат из работ по астрономии (стр. 12–26) до достаточно сложных вопросов астрономии, физики, малоизвестных исторических фактов и др.

Не страшно, если вы чего-то не поняли. Значит, вы *заинтересовались* новым и незнакомым предметом, а это и есть основная цель Турнира.

Информация для связи с оргкомитетом Турнира:

телефон: 241-12-37
адрес электронной почты (e-mail): `turlom@mccme.ru`
веб-сервер: `http://www.mccme.ru/olympiads/turlom/`

Конкурс по математике

Задачи

7–9 классы (и младше)

1. $a_1, a_2, \ldots, a_{20}$ — набор целых положительных чисел.

   Строим новый набор чисел $\{b_0, b_1, b_2, \ldots\}$ по следующему правилу:
   b_0 — количество чисел исходного набора, которые больше 0,
   b_1 — количество чисел исходного набора, которые больше 1,
   b_2 — количество чисел исходного набора, которые больше 2,
   и т. д., пока не пойдут нули.
   Докажите, что сумма всех чисел исходного набора равна сумме всех чисел нового набора.

2. В треугольнике ABC точки A', B' и C' лежат на сторонах BC, CA и AB соответственно. Известно, что

   $$\angle AC'B' = \angle B'A'C, \quad \angle CB'A' = \angle A'C'B, \quad \angle BA'C' = \angle C'B'A.$$

   Докажите, что точки A', B', C' — середины сторон треугольника.

3. Куб со стороной 10 разбит на 1000 кубиков с ребром 1. В каждом кубике записано число, при этом сумма чисел в каждом столбике из 10 кубиков (в любом из трёх направлений) равна 0. В одном из кубиков (обозначим его через A) записана единица. Через кубик A проходит три слоя, параллельных граням куба (толщина каждого слоя равна 1). Найдите сумму всех чисел в кубиках, не лежащих в этих слоях.

10–11 классы

1. Та же задача, что и №1 для 7–9 классов.

2. Восемь бумажных кругов радиуса 1 уложены на плоскость таким образом, что их границы проходят через одну точку, причём эта точка находится внутри всей области плоскости, покрытой кругами. Эта область представляет собой многоугольник с криволинейными сторонами.
   Найдите его периметр.

3. Некоторая группа психологов разработала тест, пройдя который, каждый человек получает оценку — число Q — показатель его умственных способностей (чем больше Q, тем больше способности). Предположим, что каждый житель двух стран — А и Б — получил своё Q. За рейтинг страны принимается среднее арифметическое значений Q всех жителей этой страны.

   а) Группа граждан страны А эмигрировала в страну Б.
   Возможно ли, что у обеих стран выросли их рейтинги?

б) После этого группа граждан страны Б (в числе которых могут быть и бывшие эмигранты из А) эмигрировала в страну А.
Возможно ли, что рейтинги обеих стран опять возросли?

Решения задач конкурса по математике

1. (10–11) Рассмотрим следующую конструкцию. Возьмем набор кубиков и будем строить из них „башенки“ — столбики высотой $a_1, a_2, \ldots, a_n$ (рис. 1). Посчитаем двумя способами, сколько кубиков нам для этого понадобится. Считая по столбцам получаем, что количество кубиков равно сумме чисел первого набора. Другой способ подсчета — по слоям. Количество кубиков в первом слое (стоящих на полу) равно $b_0 = n$, в следующем слое — b_1, и т. д., количество кубиков в i-м слое равно b_i. Поэтому общее число кубиков равно сумме чисел второго набора. Значит, суммы чисел обоих наборов совпадают.

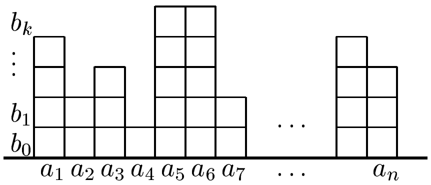


Рис. 1.

Замечание. Похожая конструкция используется при введении понятия интеграла. Чтобы подсчитать площадь криволинейной фигуры под графиком функции (интеграл), её приближают ступенчатыми функциями, графики которых состоят из горизонтальных отрезков. Площадь фигуры под ступенчатой функцией (интегральную сумму) можно подсчитать двумя способами, аналогичными приведённым в решении способам подсчёта числа кубиков. Получаемые приделы интегральных сумм называются *интегралом Римана* и *интегралом Лебега* соответственно.

2. (7–9) Углы $AC'A'$ и $AB'A'$ равны, так как дополняют до 180° равные углы $CB'A'$ и $A'C'B$. Углы $B'AC'$ и $B'A'C'$ равны, так как дополняют до 180° равные суммы $C'B'A + AC'B'$ и $BA'C' + B'A'C$. Значит, $AB'A'C'$ — параллелограмм, следовательно, $AC' = B'A'$. Аналогично доказывается, что $BA'B'C'$ — параллелограмм, и $C'B = B'A'$. Отсюда следует, что $AC' = C'B$, т. е. C' — середина AB. Для точек B' и A' доказательство аналогично.

3. (7–9) Куб состоит из 100 столбиков, поэтому сумма всех чисел равна нулю. Любой слой состоит из 10 столбиков, поэтому сумма чисел в нём также равна нулю.

Чтобы получить искомую сумму, следует из суммы чисел во всём кубе вычесть суммы чисел в трех слоях, проходящих через данный кубик, затем прибавить суммы чисел в трех проходящих через него столбиках, являющихся попарными пересечениями этих слоев (поскольку мы их вычли дважды — с каждым из двух слоев), и, наконец, вычесть число, стоящее в данном кубике (так как мы его учли изначально, затем трижды вычли и трижды прибавили). Итого имеем: $0 - 3 \cdot 0 + 3 \cdot 0 - 1 = -1$.

1. (7–9) См. решение задачи 1 для 7–9 классов.

2. (10–11) Обозначим точку пересечения окружностей через O. Проведём отрезки из точки O в вершины получившегося криволинейного многоугольника. Стороны многоугольника представляют собой дуги окружностей; по теореме о вписанном угле, величина каждой дуги равна удвоенному углу между отрезками, проведенными из точки O в ее концы. В сумме все эти углы составляют 360°, поэтому сумма величин всех дуг равна 720°, т.е. двум полным окружностям. Значит, сумма длин дуг равна 4π; это и есть искомый периметр.

3. (10–11) Докажем сначала следующее интуитивно очевидное утверждение.

Лемма. Если объединить две группы людей с рейтингами R_1 и R_2 ($R_1 \leqslant R_2$), то рейтинг R получившейся группы будет удовлетворять условию $R_1 \leqslant R \leqslant R_2$.

Действительно, если Q'_1, Q'_2, ... , Q'_n — показатели людей из первой группы, а Q''_1, Q''_2, ... , Q''_m — показатели людей из второй группы, то

$$(n+m)R = Q'_1 + \cdots + Q'_n + Q''_1 + \cdots + Q''_m = nR_1 + mR_2 \quad .$$

Так как $R_1 \leqslant R_2$, то $R = \frac{n}{n+m}R_1 + \frac{m}{n+m}R_2 \leqslant \frac{n}{n+m}R_2 + \frac{m}{n+m}R_2 = R_2$, и аналогично $R \geqslant R_1$, причём равенство в обоих случаях достигается тогда и только тогда, когда $R_1 = R_2$. Лемма доказана.

Из леммы следует, что если рейтинг страны выше (соответственно, равен или ниже) рейтинга группы эмигрантов, то после эмиграции он повышается (соответственно, остаётся прежним или понижается). Действительно, достаточно применить лемму к двум группам: эмигрантов и остающихся в стране.

Аналогично, если рейтинг страны ниже (соответственно, равен или выше) рейтинга группы иммигрантов, то после иммиграции он повышается (соответственно, остаётся прежним или понижается), но по прежнему остаётся ниже (соответственно, равен или выше) рейтинга группы иммигрантов.

Пример для пункта а) теперь строится просто. Достаточно, чтобы из A в $Б$ эмигрировал всего один человек, имеющий показатель Q ниже, чем рейтинг страны A, но выше, чем рейтинг страны $Б$. Итак, в пункте а) ответ положительный.

Такая ситуация возможна только, если рейтинг страны A выше рейтинга страны $Б$, причём это же остаётся справедливым и после миграции. Но тогда невозможно, чтобы после обратной миграции из $Б$ в A рейтинги обеих стран снова повысились. Поэтому, ответ в пункте б) отрицательный.

Напомним, что если человек переехал из одной страны в другую, то в стране, где он жил раньше, он считается **эмигрантом**, а в своей новой стране — **иммигрантом**.

Конкурс по математическим играм

— это самый необычный конкурс на Турнире, содержание которого не в полной мере определяется названием и условиями задач. Чтобы Вы могли лучше понять, что же это такое, здесь приводится

Инструкция проводящему математические игры

Математические игры проводятся для школьников 7 – 9 (и меньше) классов. Основная цель — заинтересовать школьников математикой, пригласить их на математические кружки.

Спортивная сторона — на втором месте.

За 5 часов, отведенных на Турнир, Вы должны провести несколько (3 - 4) сеансов математических игр (каждый сеанс по часу-полтора). После заполнения Вашей аудитории прекращайте пускать новых детей и вешайте на дверь объявление о начале следующего сеанса.

Каждый сеанс проходит так. Сначала Вы предлагаете школьникам одну из игр. Нужно, чтобы они поиграли в неё между собой, с Вами. Цель состоит в том, чтобы объяснить школьникам, что такое выигрышная стратегия; на примерах показать, как можно доказывать, что один из игроков всегда сможет выиграть при любой игре другого. При этом Вы можете подсказывать школьникам, играть в поддавки. Если школьник уверенно предлагает чёткую, но неверную стратегию, Вы можете поспорить с ним, что проиграете ему, пользуясь его (якобы выигрышной) стратегией (и осуществить это)[1]. В общем, игры — это творческий процесс.

Затем (сыграв со школьниками в одну - две игры) выдайте им задачу для самостоятельного решения. Они должны поиграть в эту игру друг с другом, или сами с собой, а затем каждый должен самостоятельно написать на листке бумаги, кто из игроков имеет выигрышную стратегию, какую, и почему эта стратегия выигрышная.

Собрав у школьников листки, отпустите их и готовьтесь к следующему сеансу.

В качестве результата Вы должны предоставить в оргкомитет список фамилий лучших школьников (с указанием имени, класса, школы и номера карточки) и указать выставленную оценку. Оценки бывают двух типов:

„v“ — ставится школьникам, успешно справившимся с задачей. Такие школьники получат диплом за победу в математических играх;

„e“ — ставится школьникам, неплохо показавшим себя, но недостаточно хорошо, чтобы считаться победителем матигр. Такие школьники, получив еще одну оценку „e“ по какому-нибудь другому предмету, будут награждены дипломами за победу в многоборье.

Вы можете оценивать не только письменные решения, но и работу школьника во время сеанса.

[1] Предостережение: это возможно не всегда.

Ниже приводятся варианты некоторых игр (в основном, на идею симметричной стратегии и передачи хода).

Вовсе не обязательно ограничиваться приведённым ниже списком. Вы можете предлагать свои игры (на делимость, метод выигрышных позиций и т. д. и т. п.), важно лишь, чтобы задачи не были слишком сложны. Среди игр, выдаваемых для письменного решения, старайтесь избегать игр, хорошо известных школьникам (а в качестве примеров годятся и всем известные игры). Впрочем, это не очень важно.

Условия математических игр

1. Двое по очереди ставят королей в клетки доски 9×9 так, чтобы они не били друг друга. Проигрывает тот, кто не может сделать ход.
   Кто выигрывает при правильной игре? А если доска 8×8?

2. На концах клетчатой полоски $1 \times n$ стоит по шашке. За ход разрешается сдвинуть любую шашку в направлении другой на одну или на две клетки. Перепрыгивать через шашку нельзя. Проигрывает тот, кто не может сделать ход.
   Кто выигрывает при правильной игре? Рассмотрите случаи разных n.

3. Вначале есть одна кучка из n спичек. Разрешается за ход разбить любую кучку на две непустые. Кто не может сделать ход — проигрывает.
   Кто выигрывает при правильной игре сторон? Рассмотрите случаи разных n.

4. На каждой клетке доски $m \times n$ стоит по шашке. Игрок за один ход может снять с доски любое натуральное число шашек, стоящих подряд на вертикали или горизонтали. Кто не может сделать хода — проигрывает.
   Как закончится игра для различных m и n при наилучшей игре сторон?

5. Двое по очереди разламывают прямоугольную шоколадку. За один ход разрешается сделать прямолинейный разлом по любому из имеющихся углублений. Выигрывает тот, кто первым отломит дольку 1×1.
   Кто выигрывает при правильной игре?
   Рассмотрите случаи: небольшие значения m и n,
   размеры 10×4, 10×5, 5×1997, другие случаи.

6. Двое по очереди разламывают шоколадку. За один ход разрешается сделать прямолинейный разлом любого из имеющихся кусков вдоль углубления. Проигрывает тот, кто первым отломит дольку 1×1. Кто выигрывает при правильной игре, если шоколадка имеет размеры 10×10 ? Рассмотрите другие случаи.

7. На нескольких деревьях растут бананы. Играют двое. За ход разрешается съесть любое количество бананов с одного из деревьев. Проигрывает тот, кому нечего есть.
   Кто из играющих: начинающий, или его партнёр, может обеспечить себе победу, если имеется
   а) два дерева с одинаковым числом бананов;
   б) два дерева с разным числом бананов;
   в) три дерева с 1, 2 и 3 бананами соответственно;
   г) три дерева с одинаковым числом бананов;
   д) три дерева, на двух из которых одинаковое число бананов?
   е) Кто выигрывает, если на одном дереве 2 банана, а на остальных по 1 ?
   ж) Кто выигрывает, если на одном дереве 4 банана, а на остальных по 1 или 2 ?
   з) Три дерева с 3, 5 и 7 бананами соответственно.
   Рассмотрите другие случаи.

8. На шахматной доске размером 8×8 расставлены ладьи:
   на каждом поле нижней линии — по белой ладье первого игрока,
   а на каждом поле верхней линии — по черной ладье второго игрока.
   Ходят по очереди, каждым ходом игрок может передвинуть одну из своих ладей по вертикали на любое число клеток навстречу вражеской ладье (перескакивать через чужую ладью нельзя).
   Проигрывает тот, кто не может сделать ход.
   Рассмотрите случаи других (прямоугольных) досок.

Решения математических игр

1. В случае 9×9 выигрывает первый: ставит короля в центральную клетку и далее ходит симметрично второму относительно центра. В случае 8×8 выигрывает второй: всегда ходит симметрично первому относительно центра.

2. В случаях вида $n = 3k + 2$ выигрывает второй, иначе — первый. Это легко проверить для $n = 3, 4, 5$. Далее рассуждаем так: если полоска длины $n = 3k$ или $n = 3k+1$, то первый может своим ходом перейти к доске размером $3k - 1$ и выиграть там по стратегии второго; если же полоска длины $n = 3k + 2$, то при любом ходе первого второй может своим ходом перейти к доске размером $3k - 1$ и выиграть.

3. Если спичек чётное число, выигрывает первый: делит их на две одинаковые кучи и далее ходит симметрично первому.

   Если спичек нечётное число, то выигрывает второй. Одно из решений: после хода первого образуются куча с чётным числом спичек и куча с нечётным числом спичек. Второй делит кучу с чётным числом спичек на две равные и далее в этих двух кучах ходит симметрично первому.

В результате игра сводится к игре с меньшим количеством нечётных спичек, и опять ход первого игрока.

4. Если хотя бы одно из чисел m и n нечётно, выигрывает первый: он снимает центральный ряд и далее ходит симметрично второму. Если и m и n чётны, выигрывает второй: ходит симметрично первому относительно центра доски.

5. Если хотя бы одно из чисел m и n чётно, выигрывает первый: делит шоколадку на две одинаковые части и далее либо отламывает дольку 1×1, либо, если это невозможно, ходит симметрично последнему ходу второго.

   Если m и n нечётны, игра более интересна (и сложна). Рассматривайте только конкретные ситуации.

6. Если хотя бы одно из чисел m и n чётно (кроме случая 2×1), выигрывает первый: делит шоколадку на две одинаковые части и далее ходит симметрично ходам второго.

   Если m и n нечётны, игра более интересна (и сложна). Рассматривайте только конкретные ситуации.

7. Эта и следующая игры — одна и та же игра „Ним“. Стратегия в общем случае связана с двоичным разложением чисел и слишком сложна для начинающих школьников. Поэтому стоит задавать только конкретные ситуации.

   а) Выигрывает второй (симметричная стратегия).
   б) Выигрывает первый (сводит к п. а)).
   в) Выигрывает второй (своим первым ходом он всегда может свести ситуацию к пункту а)).
   г) Выигрывает первый (съедает целое дерево).
   д) Выигрывает первый (съедает третье дерево).
   е) Выигрывает первый. Если количество деревьев с одним бананом нечётно, то первым ходом ест один из бананов на дереве, где росло 2 банана, а если чётно — то ест оба банана. Теперь осталось только чётное количество деревьев с одним бананом на каждом.
   ж) Для подробного разбора задачи в этой книжке, к сожалению, не хватило места. Этот пункт похож на следующий.
   з) Выигрывает первый. Первым ходом ест один банан с той пальмы, где их росло 7 штук. Условно разобьём оставшиеся на всех пальмах бананы по группам:

$$\begin{array}{ll} \text{1-я пальма:} & 3 = 2 + 1 = 2^1 + 2^0\ ; \\ \text{2-я пальма:} & 5 = 4 + 1 = 2^2 + 2^0\ ; \\ \text{3-я пальма:} & 6 = 4 + 2 = 2^2 + 2^1\ . \end{array}$$

   Заметим, что в результате оказалось выполнено условие: „количество бананов в каждой группе является степенью числа 2 и каждое такое число встречается ровно на двух пальмах по 1 разу“.

Ниже мы докажем, что теперь: (*) после любого хода второго игрока это условие будет нарушено и (**) затем первый игрок своим очередным ходом это условие опять может восстановить.

Если первый игрок всегда будет пользоваться возможностью (**), то он каждый раз будет съедать один или несколько бананов. Т. к. бананов конечное число, они когда-нибудь кончатся, т. е. первый на каком-то ходу съест все оставшиеся банан(ы). После этого второму бананов не достанется и он таким образом проиграет.

Доказательство утверждения (*). Пусть вторым игроком было съедено N бананов, $N = n_1 + n_2 + n_3 + \cdots + n_{max}$, где $n_1 < n_2 < n_3 < \cdots < n_{max}$ и все n_i — (различные) степени числа 2. Тогда после поедания на пальме исчезнет группа из x бананов, где x — такое число, что $x \geqslant n_{max}$ и групп численностью y бананов ($x > y > n_{max}$) на пальме не было. Но по условию ещё на одной пальме тоже есть группа из x бананов, теперь оставшаяся без пары.

Доказательство утверждения (**). Пусть на пальме, где только что ел бананы второй игрок, росло $A = a_1 + a_2 + a_3 + \cdots + a_{max}$ бананов, где все слагаемые a_i — (различные) степени числа 2 и $a_1 < a_2 < a_3 < \cdots < a_{max}$. (Сумма $a_1 + a_2 + a_3 + \cdots + a_{max}$ называется *двоичным разложением* числа A.) Пусть в результате того, что второй игрок съел какие-то бананы, на пальме исчезла группа из a_k бананов, а в наборе чисел $a_{k+1}, a_{k+2}, \ldots, a_{max}$ никаких изменений не произошло (в частности, такие числа могут просто отсутствовать). Тогда первый игрок залезает на пальму, где есть группа из a_k бананов (единственная такая пальма есть по условию, т. к. до поедания бананов вторым игроком таких пальм было две, а теперь осталась одна). Первым делом он съедает там все бананы из групп численностью меньше a_k (если такие группы там имеются). Теперь он „расформировывает“ группу численностью a_k (такой группы остаться не должно, т. к. второй игрок ликвидировал её пару на соседней пальме) и составляет из неё такие группы численностью $1, 2, 4, 8, \ldots, a_k/2$, которые есть ещё на одной (и только на одной) пальме. Бананов для этого хватит, т. к. $2^0 + 2^1 + 2^2 + 2^3 + \cdots + 2^{n-1} < 2^n$ (для любого натурального $n \geqslant 1$), и ещё по крайней мере один банан останется. Лишние оставшиеся банан(ы) следует съесть. Утверждение (**) доказано.

8. Задача аналогична предыдущей — рассматривается случай 8 деревьев с 6 бананами на каждом (деревья — это вертикали шахматной доски, бананы — оставшиеся на них свободные клетки между вражескими ладьями).

Конкурс по астрономии и наукам о Земле

Вопросы для конкурса предоставлены Домом научно-технического творчества молодёжи г. Москвы.

http://www.dnttm.ru

Вопросы

1. Пролетая мимо Плутона, космонавт решил немного прогуляться в открытом космосе и заодно почитать вечернюю газету. Сможет ли он это сделать?

2. Есть ли на других планетах моря и океаны? А вулканы?

3. Во время сборки орбитальной станции „Мир“ один монтажник бросил другому гаечный ключ, но промахнулся. Какова дальнейшая динамическая судьба ключа, станции и монтажника?

4. Почему так трудно предсказывать землетрясения?

5. 20 июня 1998 года над Москвой пронёсся сильный ураган. Почему сломанные деревья были повалены не везде, а в некоторых местах в виде полос? Почему образовался подобный ураган, каковы были его ширина у поверхности и скорость ветра? Чем он отличается от тропических тайфунов?

6. 23 сентября астрономы отмечают День осеннего равноденствия. Почему весеннее равноденствие (21 марта) происходит на 2 дня раньше?

7. Нетрудно подсчитать, что на поверхности Земли сила притяжения к Солнцу намного больше, чем к Луне. Почему же лунные приливы выше солнечных?

8. Наиболее красивые и удобные для обзора места в Москве (Крылатское, Поклонная гора, Воробьёвы горы, Коломенское) расположены на правом берегу Москвы-реки. Случайно ли это?

9. Известно, что можно определить стороны света по часовой стрелке. Каким образом это можно сделать, находясь в Эфиопии? А в Новой Зеландии?

10. Смогут ли жители лунных поселений наблюдать корону Солнца во время затмений?

Ответы на вопросы конкурса по астрономии и наукам о Земле

(с комментариями и указанием типичных ошибок)

А. М. Романов, кандидат физико-математических наук

Вопрос № 1. *Пролетая мимо Плутона, космонавт решил немного прогуляться в открытом космосе и заодно почитать вечернюю газету. Сможет ли он это сделать?*

Ответ. Космонавт у Плутона может читать газету и без искусственного освещения.

Критерии оценки. Ответ „да“ — 1 балл; указано, что освещённость достаточная — 1; указаны дополнительные необходимые условия — 1; итого — 3 балла.

Комментарий. Как известно, расстояние от Солнца до Плутона в 40 раз больше, чем до Земли. Соответственно, освещённость, которая уменьшается от расстояния как $\frac{1}{R^2}$, в открытом космосе около Плутона в 1600 раз меньше, чем около Земли. Оценим, достаточно ли этого для чтения. При этом будем считать, что минимальный уровень освещённости для чтения соответствует освещённости от полной Луны.

Способ 1. Видимая звёздная величина (логарифмическая шкала яркостей небесных объектов) полной Луны равна -13^m. Видимая звёздная величина Солнца на Земле (без поглощения в атмосфере) составляет -27^m, что на 14 звёздных величин ярче. Разница яркостей на 1 звёздную величину составляет 2,512 раз, на 4 — в 40 раз, на 5 величин — в 100 раз. Соответственно, для земного наблюдателя Солнце ярче Луны на $14 = 5 + 5 + 4$ величин, или в $100 \cdot 100 \cdot 40 = 400\,000$ раз, а около Плутона создаёт примерно в $400\,000/1600 = 250$ раз большую освещённость, чем полная Луна на Земле. Это соответствует ранним гражданским сумеркам или белым ночам на Земле и вполне достаточно для чтения.

Способ 2. Соотношение освещённостей от Солнца и полной Луны на Земле можно приблизительно оценить и без знания их видимых звёздных величин, поскольку известно, что Луна светит отражённым солнечным светом, а угловые размеры Луны и Солнца совпадают. Для этого Солнце от его действительного размера (радиус 700 тыс. км) увеличим до 150 млн. км, т. е. до радиуса орбиты Земли (но только мысленно!). Поверхностная яркость „раздутого Солнца“ уменьшится как квадрат увеличения его радиуса, т. е. в 46 200 раз, Соответственно и Луна, как отражатель света на этом расстоянии от истинного Солнца, во столько же раз получает его меньше. Кроме этого, сама Луна отнюдь не зеркало, а весьма неровное каменистое тело, и отражает всего 7 % от падающего на неё света, т. е. в итоге светит слабее Солнца на Земле в 660 000 раз, или в 400 раз слабее, чем Солнце на Плутоне.

Кроме этого, желательно указать в ответе, что для прогулки в открытом космосе около Плутона необходим скафандр со всеми системами жизнеобеспечения космонавта, что газету (бумажную) в свободном полёте разворачивать и читать можно, поскольку нет воздуха и ветра, и что такая газета должна передаваться электронными средствами связи и печататься непосредственно на борту корабля, иначе она через короткое время из „вечерней“ станет „вчерашней“, а затем и вовсе „исторической“. Кстати, время пересылки радиосигнала от Земли до Плутона составляет примерно 5 часов 20 минут.

Типичные ошибки.

— На Плутон ещё не летают.

— На Плутоне „слишком темно“ или „совсем темно“.

— В открытом космосе космонавт „замёрзнет“, или „в невесомости нельзя гулять“, или нельзя „достать газету из кармана“.

— В космосе не бывает вечера; на разных планетах вечер наступает в разное время.

Нетривиальные версии.[2]

— Плутон ещё не открыт.

— Космонавт сможет это делать только в далёком будущем, т. к. до Плутона несколько световых лет.

— Откуда в космосе вечерняя газета? Космонавт нигде не сможет купить газету.

— Газеты в космосе не летают!

— Читать старую газету неинтересно.

— В космосе нет воздуха, и солнечный свет не рассеивается.

— Свет от Солнца до Плутона не доходит, т. к. рассеивается на космической пыли.

— В космосе мельчайшие частицы изорвут всю газету в клочья.

— Газета в космосе может загореться.

— Газета в космосе испортится от радиации.

— В безвоздушном пространстве газета и её краска разлетится на молекулы.

— В безвоздушном пространстве газета станет круглой формы.

— В космосе очень сжатый воздух, и его газета сожмется.

— Газета и без кислорода хорошо читается.

— Т. к. у корабля, космонавта и газеты очень разные массы, то после встречи с Плутоном их скорости тоже будут сильно разные, и они разлетятся в разные стороны.

— Разные силы притяжения разорвут газету.

— На Плутоне нет притяжения, и космонавт улетит в космос.

— На Плутоне очень сильное притяжение, и космонавта с газетой раздавит.

— Космонавт не может прогуляться, а только пролетаться.

— Из-за невесомости космонавт сможет передвигаться маленькими прыж-

[2] Здесь и далее орфографические ошибки авторов исправлены.

ками.
— В космосе принять вертикальное положение и сделать вид, что прогуливаешься, очень трудно.
— Космонавт закружится, испугается и отпустит газету.
— Космонавт не сможет спокойно почитать газету, т. к. его будет мотать из стороны в сторону.
— Космонавт успеет прочитать газету, т. к. на Плутоне вечер длится намного дольше, чем на Земле.
— Космонавт читать газету сможет, т. к. он умеет читать.
— Космонавт должен работать, а не газеты читать.

Вопрос № 2. *Есть ли на других планетах моря и океаны? А вулканы?*
Ответ. Вулканы, моря и океаны есть и на планетах Солнечной системы, и могут существовать в иных планетных системах.
Критерии оценки. Да — 1 балл; приведены конкретные примеры (Луна, Марс, Венера, Ио, Ганимед) — 1; указаны необходимые общефизические условия для иных планет — 1; итого — 3 балла.
Комментарии. Морем (океаном) следует называть объект в поверхностных слоях планетного тела, состоящий из жидкой (квазижидкой) среды и занимающий существенную часть планеты. В известном смысле можно сказать, что практически на всех планетах, т. е. на астрономических телах с массой более 10^{25} г, моря и океаны существуют или могут существовать, но, разумеется не только из воды H_2O, а также из иных жидких (или полужидких) веществ. Даже по отношению к нормальным звёздам поэтический образ М. В. Ломоносова, сравнившего Солнце с огненным океаном, имеет право на существование, т. к. движение высокотемпературной плазмы в сильных магнитных полях, что типично для поверхностных слоёв звёзд, имеет сильную турбуленцию и во многом похоже на поведение жидких сред. На всех планетах земной группы имеются моря, образованные разливами жидкой магмы, из которых наиболее известны моря на Луне. На поверхности Марса имеются следы мощных жидких потоков, следовательно, ранее могли существовать и моря (из воды?). Широко известные вулканы на Ио, как предполагают, питаются приповерхностными „морями“ из жидкой серы и её соединений. Значительный жидкий слой (из воды?) предполагается под ледяной коркой на Ганимеде. Все планеты-гиганты и их массивные спутники должны иметь жидкие слои, составляющие в некоторых случаях основную часть этих планет и состоящие из метана (CH_4), аммиака (NH_3), водорода (H_2) и иных летучих соединений. Следует также указать, что необходимым условием существования на планете поверхностных немагматических морей является наличие достаточно мощной атмосферы.

Вулканом следует называть явление выброса жидких, полужидких или газообразных веществ на поверхность планетного тела сквозь разломы его твёрдых оболочек, создающее новые формы рельефа. Наиболее известные магматические вулканы находятся на Луне (недействующие), на Венере, самый высокий вулкан солнечной системы — гора Олимп (25 км высоты) — на Марсе. Активно действующие вулканы наблюдались на Ио (из сернистых соединений); на Луне отмечались выбросы газов в центре кратеров. Большое Красное пятно Юпитера, по-видимому, может быть связано с выбросом потока вещества из глубинных слоёв планеты. В качестве минимально предельного случая „вулкана“ можно рассматривать газовые струи, бьющие сквозь поверхностную корку на ядрах комет, как это наблюдалось для ядер комет Галлея в 1986 году и Хейла-Боппа в 1997 году.

Типичные ошибки.

— Морей нет.

Нетривиальные версии.

— На других планетах всё, как у нас: и моря есть, но без воды; и вулканы есть, но не работают.

— На других планетах не то что морей и океанов, а даже и растительности-то нет.

— Притяжение есть только у Земли, а у других планет — нет, поэтому и воды там нет.

— Морей нет, зато на Венере обнаружили лёд.

— Нет, потому что они там вовсе не нужны.

— Вулкан существует на планете Маленького принца Экзепюри.

Вопрос № 3. *Во время сборки орбитальной станции „Мир“ один монтажник бросил другому гаечный ключ, но промахнулся. Какова дальнейшая динамическая судьба ключа, станции и монтажника?*

Ответ. Ключ выходит на новую самостоятельную орбиту вокруг Земли, параметры которой определяются направлением броска, монтажник летит в противоположную сторону с пропорционально меньшей скоростью, станция продолжает свой полёт.

Критерии оценки. Указан факт разлёта в невесомости в разные стороны — 1 балл; указаны различные скорости по закону сохранения импульса — 1; указан факт выхода ключа на новую орбиту в зависимости от направления броска — 1; указан факт возврата через один орбитальный оборот — 1; рассмотрен случай внутри станции — 1; итого — 5 баллов.

Комментарий. В качестве побочных случаев для данной задачи укажем на ситуацию в сборочном цехе на Земле (в этом случае ключ упадёт на пол, а кто-то из монтажников его подберёт) и внутри станции на орбите (ключ будет плавать в невесомости внутри станции и обо всех стукаться).

Основная ситуация, конечно, предполагает, что это происходит в открытом космосе вне станции, которая, будем считать, движется по круговой орбите вокруг Земли. В соответствии с законом сохранения импульса для системы „ключ-монтажник“, оба объекта после броска начнут двигаться в противоположные стороны со скоростями, обратно пропорциональными их массам. При массе ключа 1 кг и скорости броска 5 м/с скорость монтажника относительно станции составит до 5 см/с, что заведомо не превосходит скорости его обычных движений. Станция, очевидно, также продолжит свой плановый полёт. Ключ же выйдет на самостоятельную эллиптическую орбиту вокруг Земли, параметры которой будут зависеть от направления броска.

При броске „вперёд“ (по направлению полёта станции) ключ приобретает дополнительную кинетическую энергию и выйдет на более высокую относительно станции (и монтажника) орбиту с несколько большим периодом обращения вокруг Земли, перигей которой будет находится в точке броска, а апогей — через пол-оборота. При броске „назад“ орбита ключа будет в целом ниже орбиты станции, период несколько уменьшится, а апогей новой орбиты будет в точке броска. При бросках „вверх“ и „вниз“ большие полуоси новых орбит ключа будут равны радиусу орбиты станции, а его период равен орбитальному периоду станции, так что ключ будет пол-оборота лететь „выше“ станции, а пол-оборота — ниже неё, сближаясь с ней через каждый орбитальный оборот. При бросках „вбок“ („вправо“ или „влево“ относительно направления полёта станции и параллельно поверхности Земли) новая орбита ключа сохраняет прежний радиус и период, но несколько изменяет положение плоскости орбиты, так что ключ „отлетает“ от станции „вбок“ и возвращается вновь к ней через каждые пол-оборота.

При высоте полёта 300 км над поверхностью Земли станция будет иметь скорость 7,77 км/с и орбитальный период около 90 мин. „Мини-орбита“ ключа вокруг станции при таком же периоде составит около 8,6 км в диаметре, и при любых бросках „поперёк“ движения станции ключ, описав такую мини-орбиту, возвращается через 45 минут к станции, как бумеранг (монтажники, внимание!). Кроме этого, при бросках „вперёд“ или „назад“ орбитальный период ключа относительно периода станции за счёт перехода на более высокую или более низкую орбиту изменится на 0,00037, что соответствует дополнительной скорости ключа „вдоль“ орбиты станции в 2,9 м/с. За счёт этого изменения орбитальной скорости, ключ при броске „вперёд“ за каждый орбитальный оборот будет отставать от станции на 15,5 км, а при броске „назад“ — обгонять её на такую же величину.

Таким образом, траектория ключа относительно станции при броске, например, „вперёд“ будет представлять собой вытянутую циклоиду: сначала ключ полетит вперёд по направлению броска со скоростью 5 м/с, затем начнёт тормозить и отклоняться „вверх“, через пол-оборота наберёт максимальную высоту над станцией около 5 км и максимальную скорость „назад“, затем вновь начнёт „снижаться“ и „ускоряться“, однако „опустится“ на первоначальную орбиту станции, сильно от неё отстав (на 15 км), и больше её уже не догонит, т. к. пойдёт на следующий виток циклоиды[3]. Существует некоторая положительная вероятность последующей встречи ключа и станции (следующее после броска сближение на орбите ожидается через 167,5 суток), однако с учётом размеров станции (около 50 м) и суще-

[3]Эту разновидность циклоидальных кривых правильнее называть эпитрохоидой.

ственной неустойчивости реальных орбит, эта вероятность пренебрежимо мала. При броске „назад“ ключ летит „назад“, „вниз“, „сильно вперёд“, „вверх“, и в итоге за один орбитальный период на 15 км станцию „обгоняет“.

Но в любом из рассмотренных случаев монтажник, бросивший ключ, получит строгое должностное взыскание за нарушение техники безопасности монтажных работ, засорение космического пространства посторонними предметами, и, скорее всего, будет списан на Землю.

Типичные ошибки.

— Ключ упадёт на Землю.
— Ключ в невесомости повиснет на одном месте.
— Ключ полетит прямо.
— Монтажник полетит вслед за ключом.
— Станция упадёт в Тихий океан.
— Станция может развалиться, если её не завинтить.

Нетривиальные версии.

— Мы-то знаем, что „Мир“ достроили.
— Ключу ничего не будет, и станции тоже.
— Если ключ ударится о „Мир“, то „Мир“ может подвинуться.
— Ключ упадёт в ненужном месте.
— Ключ может провалиться и куда-нибудь затеряться.
— Гаечный ключ придётся ловить сачком.
— Т.к. в космосе нет ни трения, ни земного притяжения, ключ улетит в бесконечность.
— Из-за невесомости в космосе никогда нельзя попасть туда, куда нужно.
— Монтажник останется жив, и ключ тоже.
— Монтажники достроили станцию и улетели домой.
— Монтажнику придётся купить новый ключ.
— Если монтажник потянется за ключом, он может не удержаться.
— Монтажник преодолел инерцию и полетел, увлекая за собой станцию.
— Монтажник будет разочарован.
— Монтажника будут долго ругать.
— Другой монтажник, от которого отскочил ключ, остался жив, живёт сейчас и часто вспоминает этот случай.
— Монтажник начнёт гоняться за ключом в безвоздушном пространстве и когда-нибудь его поймает.
— Если монтажник сообщит ключу вторую космическую скорость, то ключ начнёт вращаться вокруг Солнца, а монтажник упадёт на Землю.

Вопрос № 4. *Почему так трудно предсказывать землетрясения?*

Ответ. Землетрясения имеют неявные (скрытые) причины, случайный характер и очень быстрое развитие во времени.

Критерии оценки. Указан смысл предсказания (место, время, магнитуда) — 1 балл; указан случайный характер процесса — 1; указаны геодинамические причины землетрясений — 1; указан факт недоступности области процесса и иные технические проблемы — 1; итого — 4 балла.

Комментарий. Первопричиной всех тектонических явлений на поверхности Земли (и других планет), в т. ч. землетрясений, является взаимное движение литосферных плит земной коры с типичными скоростями 1-2 см/год (максимальное значение до 10 см/год). Это равномерное в своей основе движение кусков коры приводит к постоянному накоплению механических напряжений в горных породах в зонах геологических разломов, которые время от времени, случайным образом сбрасываются за счёт разрушения (растрескивания) пород в очаге землетрясения и быстрого „проскакивания" соседних слоев друг относительно друга на расстояния до нескольких метров.

Вследствие:
а) недоступности очага землетрясения для непосредственного наблюдения и измерений (очаги землетрясений располагаются на глубинах до 33 км),
б) непредсказуемости структурного состояния пород и их предела прочности в данном конкретном месте и в данных условиях, а также
в) кратковременности самого процесса разрушения и тектонической подвижки (скорости сейсмических волн достигают 8 км/с, т. е. могут превышать 1-ю космическую скорость, а средняя продолжительность землетрясения на поверхности 5-10 с), — можно сказать, что предсказание землетрясения, т.е. указание для будущего события его места (эпицентра), времени и силы (магнитуды), является теоретически невозможным.

Единственное, что возможно для параметров предстоящего землетрясения, это их вероятностные оценки. Для этого применяются методы сейсмического районирования и наблюдения предвестников землетрясений.

Сейсмическое районирование означает определение границ сейсмически опасных районов на поверхности Земли с указанием максимальной магнитуды (М) землетрясения, возможного в данном районе. Оно осуществляется на основе глобальной геодинамики и сведений о всех известных предыдущих землетрясениях, и применяется в первую очередь для создания норм сейсмостойкого строительства и сейсмобезопасности. В среднем на Земле каждый год происходит землетрясение силой более 8,0 М по Рихтеру, приводящее к разрушению большинства зданий в его эпицентре. Известно также, что при катастрофических землетрясениях (11 баллов по Меркалли или 8,6 М Рихтера), которые могут повторяться до 10 раз в столетие, наблюдаются колебания грунта с ускорением до 10^5 см/с, что почти в 100 раз больше ускорения свободного падения, подбрасывание предметов в воздух и так называемые „земляные волны" на поверхности.

Во всех сейсмически опасных районах ведётся мониторинг предвестников землетрясений, среди которых можно назвать: рои слабых предшествующих толчков; микродвижения (до 1 мм/год) и наклоны земной поверхности (до 10^{-8} рад); деформации горных пород; изменения уровней грунтовых вод и содержания в них радона (радиоактивный газ); изменения скоростей распространения сейсмических волн; локальные изменения магнитного поля и электрического сопротивления горных пород; и даже специфические возмущения в ионосфере. В качестве неинструментального индикатора воздействия предвестников землетрясений на живые организмы известно аномальное поведение животных. Однако, очевидно, что все предвестники сигнализируют тем или иным образом лишь о факте нарастания механических напряжений в земной коре, но не дают информации о „спусковом механизме“ предстоящего землетрясения, его моменте во времени и количестве одновременно высвобождаемой энергии. Таким образом, в современных условиях можно утверждать, что большинство будущих землетрясений предсказано, к сожалению, не будет. Кроме этого, в силу особой социальной значимости землетрясения, его ошибочный (несостоявшийся) прогноз является неприемлемым.

Сильнейшие инструментально измеренные землетрясения с магнитудой 8,9 происходили 31.01.1906 г. около Эквадора (продолжительностью около 3 минут) и 03.03.1933 г. около Санрику, Япония. Каждое из них выделяло энергию в 10^{25} эрг, что превосходит энергию водородной бомбы. В среднем 10 000 человек ежегодно погибает вследствие землетрясений. Наиболее катастрофическое землетрясение в 20 веке произошло 28.07.1976 г. в г. Тяншань, Китай (7,8 М, 243 000 погибших), а в истории человечества — 23.01.1556 г. в Шаньси, Китай (8,0 М, 830 000 погибших). Общее энерговыделение землетрясений на Земле — 10^{26} эрг/год.

Типичные ошибки.

— Природу вообще трудно предсказывать.

Нетривиальные версии.

— Землетрясения происходят в тропосфере и ни от чего не зависят.

— Землетрясение состоит из нескольких толчков: один предупредительный, а остальные — разрушающие.

— Т. к. литосферных плит целых 7, то какая из них подвинется следующая, никто не знает.

— Землетрясение — это химический процесс; солнечные лучи воздействуют на почву, и она разламывается.

Вопрос № 5. *20 июня 1998 года над Москвой пронёсся мощный ураган. Почему сломанные деревья были повалены не везде, а в некоторых местах в виде „полос“? Почему образовался подобный ураган, какова была его ширина у поверхности земли и скорость ветра? Чем он отличается от тропических тайфунов?*

Ответ. Ураганный ветер (до 30 м/с) возник из-за столкновения двух атмосферных фронтов с большой разностью температур и давления воздуха, имел зону действия около 30 км × 300 км и причинил разрушения в местах прохождения наиболее быстрых вихрей воздуха.

Критерии оценки. Указан вихревой характер воздушного потока — 1 балл; указано столкновение атмосферных фронтов — 1; указаны основные параметры шквала — 1; указано, что тайфуны имеют природу большого самоподдерживающегося вихря и регулярны — 1; итого — 4 балла.

Комментарий. Любой поток воздуха, а тем более такой мощный, как ураган, имеет не равномерный характер, а вихревой. Примеры таких вихрей можно наблюдать на клубах дыма, облаках и других видимых потоках. Их размеры в свободной атмосфере составляют от сотен до десятков метров. Поток в целом характеризуется некоторой средней скоростью, а скорость движения воздуха в данной точке — её моментальной скоростью. Моментальная скорость варьируется относительно средней в достаточно широких пределах и может значительно её превышать (иногда в несколько раз). Вместе с тем известно, что сила аэродинамического сопротивления любого тела в потоке пропорциональна квадрату скорости потока. Таким образом, если моментальная скорость воздуха в локальном вихре превысит среднюю, например, в 3 раза, то сила давления на препятствия этому потоку может возрасти почти в 10 раз. Поэтому понятно, что вывал деревьев происходит не повсеместно, а в тех зонах, где более „быстрая“ половина вихрей касалась и „прокатывалась“ по поверхности земли, шириной в десятки и длиной в сотни метров. Подобное же воздействие при шквалистом ветре можно наглядно видеть на поверхности небольших водоёмов или на равномерно засеянном поле.

Ураганные ветры на средних равнинах могут возникать из-за столкновения двух атмосферных фронтов с сильно различными температурами и давлениями воздуха в них. Горизонтальные размеры таких фронтов составляют сотни километров. 20.06.1998 г. над Москвой встретились воздушные массы относительно сухого воздуха с температурой +35 °C и влажного с температурой +10...15 °C. Когда вследствие взаимного движения фронтов более тяжёлый холодный воздух оказался над более лёгким тёплым, возникли условия динамической неустойчивости; тёплый воздух начал подниматься вверх, а холодный — падать вниз с большой скоростью, образуя мощные потоки и вихри. Ширина полосы разрушительного урагана составила 20-30 км, протяженность — до 300 км, скорость ветра — до 30 м/с. Повторяемость подобных ураганов, иногда сопровождаемых также смерчами, для конкретной местности составляет несколько раз в столетие. В условиях городской застройки воздушные потоки в приземном слое могут как ускоряться в узкостях, так и тормозится зданиями, но этот фактор не является главным; нередко в одинаковых соседних дворах картина была совершенно различной: от отсутствия повреждений до полного вывала деревьев.

Тропические тайфуны, напротив, являются типичным явлением и повторяются десятки раз за сезон. Они образуются в тропических зонах, где Солнце светит отвесно и сильно нагревает поверхность и нижний слой воздуха. При этом неравновесные условия в атмосфере создаются практически повсеместно, особенно над ровной поверхностью океана. Любая спонтанно возникшая конвективная ячейка перетекания нагретого воздуха вверх, а холодного — вниз, в этих условиях может разрастаться, увеличивая свой масштаб и мощность. Двигаясь по океану, тайфун приобретает устойчивую спиральную структуру, вовлекающую в себя все новые и новые неустойчивые области воздуха, и высвобождаемую потенциальную энергию переводит в скорость ветра, которая может достигать 60 м/с (более 200 км/час). Тайфуны вызывают в океане волнение до 20 м высотой, наводнения за счёт большого количества осадков и нагонов воды, многочисленные и катастрофические разрушения.

Типичные ошибки.
— Деревья падали на открытых местах, а дома ветер задерживали.
— В городе здания создают „аэродинамические коридоры“, где ветер усиливается.
— Падают старые деревья.
— Деревья падают рядами, т. к. одно падает на другое.
— Деревья падают рядами, т. к. они в городе рядами посажены.
Нетривиальные версии.
— Где урагану удобнее ломать деревья, там он и действует.
— Ураган, как единое тело, идёт в одном направлении.
— Деревья падали там, где сила притяжения Земли немного больше.
— Скорость ветра указать не могу, т. к. была в это время на даче.
— Ураган обычно подхватывает деревья и долго несёт их в себе, а потом, ослабевая, опускал их все сразу на землю.
— Когда дерево падает на землю, оно создаёт такой грохот, что другие деревья не выдерживают и тоже начинают падать.
— Ураган образовался из-за сильного скопления туч на небе, для разгона которых потребовался сильный ветер.
— Молекулы воздуха шли с большой скоростью в виде групп, т. к. Москва — не лысое поле.

Вопрос № 6. *23 сентября астрономы отмечают День осеннего равноденствия. Почему весеннее равноденствие (21 марта) происходит на 2 дня раньше?*
Ответ. Из-за эллиптической формы своей орбиты Земля одну её половину проходит быстрее, чем другую.
Критерии оценки. Указан факт эксцентриситета орбиты Земли — 1; дано описание движения Земли по орбите и смена сезонов — 1; итого — 2 балла.
Комментарий.

На самом деле, если просто подсчитать число дней по календарю, то за счёт месяца февраля, укороченного на 3 дня, и за счёт „дополнительного“ 31-го дня в августе (в честь Августа), весеннее равноденствие наступает не на 2 дня, а на 7 или 8 дней раньше в зависимости от високосного года. Так что неравномерность нашего календаря не только не является причиной этого, а наоборот, будучи отражением неравномерного движения Солнца, остаётся все же „недостаточной“ для компенсации этого разрыва. В 1998 году Солнце пересекло небесный экватор снизу вверх (т. е. изменило своё склонение с отрицательного на положительное) 20 марта в 19 часов 54 минуты 31 секунду всемирного времени (UT), а в обратном направлении — 23 сентября в $5^h37^m11^s$ UT. Таким образом, период от весеннего равноденствия до осеннего, когда Солнце находилось выше небесного экватора, составил 186,4046 суток. При общей продолжительности года в григорианском календаре в 365,2425 суток, на противоположный период от осеннего до весеннего равноденствия остаётся 178,8378 суток, или на 7,5668 дня (!) меньше.

Происходит это из-за того, что орбита Земли вокруг Солнца не круговая, а эллиптическая с эксцентриситетом (т. е. смещением фокуса относительно центра орбиты) 0,017. Поэтому в точке перигелия (ближайшей к Солнцу), которую Земля проходила в 1998 году 04 января в $21^h15^m01^s$ UT, её расстояние от Солнца составляло 147 099 552 км, а в противоположной точке орбиты, в афелии, где Земля была 03 июля в $23^h50^m11^s$ UT, это расстояние было 152 095 605 км, т. е. на 5 млн км больше. Это изменение расстояния до Солнца также хорошо заметно по изменению его видимого углового размера, который от $32'34''$ в январе уменьшается до $31'30''$ в июле. Так что можно обоснованно утверждать, что на Земле самый „солнечный и тёплый“ месяц в году — январь, а самый „холодный“ — июль.

В соответствии со 2-м законом Кеплера, момент количества движения тела по орбите постоянен, а соответственно, его орбитальная скорость обратно пропорциональна радиусу-вектору. Поэтому скорость движения Земли по орбите также не постоянна, а изменяется от 29,5 км/с в верхней части орбиты (июль) до 30,3 км/с в нижней (январь). Соответственно, и расстояние от точки осеннего равноденствия на орбите до весеннего Земля проходит пропорционально быстрее, чем противоположную, летнюю часть.

Типичные ошибки.

— Потому, что в феврале на 2 дня меньше.

— Из-за неравномерного календаря; первые три месяца короче, чем последние.

— Потому, что солнечный год длиннее календарного.

— Потому что календарный год отличается от звёздного.

— Потому что звёздные сутки короче солнечных.

Нетривиальные версии.

— Потому что числа идут: 23, 22, 21, 22.

— Из-за того, что часто меняли календарь.

— Для того, чтобы быстрее лето наступало.

— Т. к. весна — это переход от холодного времени года к тёплому, а наша планета всё ближе и ближе к Солнцу.

— Из-за того, что Земля не круглая, а в виде яйца.

— Первый день Солнце подходит к зениту, ночь оно в зените, а на второй день тихо отходит.

— В разных частях света равноденствия происходят в разное время.

— Так как бывают более короткие и более длинные дни.

— Т. к. орбита Земли не круглая, то одна половина её короче, чем другая.

— Потому что угол падения солнечных лучей быстрее увеличивается, чем уменьшается.

Вопрос № 7. *Нетрудно подсчитать, что на поверхности Земли сила притяжения к Солнцу намного больше, чем к Луне. Почему же лунные приливы выше солнечных?*

Ответ. Поскольку Луна существенно ближе к Земле, чем Солнце, то лунная приливная сила оказывается больше.

Критерии оценки. Указана природа лунных и солнечных приливов — 1; указано, что близость Луны принципиальна — 1; указана зависимость приливных сил, как $\frac{1}{R^3}$ — 2 балла; итого — 4 балла.

Комментарий. Сила гравитационного притяжения пропорциональна массе M притягивающего тела и обратно пропорциональная квадрату расстояния R до него. Соответственно, на поверхности Земли сила притяжения к самой Земле ($M_{Земли} = 6 \cdot 10^{27}$ г, $R_{Земли} = 6378$ км) составляет 1 g , к Солнцу ($M_{Солнца} = = 2 \cdot 10^{33}$ г, $R_{Солнца} = 150 \cdot 10^6$ км) — 0,00058 g, а к Луне ($M_{Луны} = 7 \cdot 10^{25}$ г, $R_{Луны} = 384 \cdot 10^3$ км) — всего 0,0000031 g, т. е. в 190 раз слабее, чем к Солнцу. Очевидно также, что в однородном силовом поле никаких приливов не будет.

Однако, поле тяготения не является однородным, а имеет центр в притягивающей массе M. Соответственно, для любого тела с конечными размерами будет существовать разница сил тяготения на противоположных краях, которая и называется приливной силой. Нетрудно показать, что приливная сила, как производная от силы тяготения, обратно пропорциональна третьей степени расстояния $\frac{1}{R^3}$ от центрального тела. Поэтому Луна, которая находится к Земле существенно ближе, несмотря на свою малую массу, создаёт приливную силу почти в 2 раза большую, чем Солнце.

Каждое из этих светил создаёт во внешних оболочках Земли, прежде всего в океане, длинную приливную волну, два горба которой расположены на ближней и дальней сторонах Земли. Естественно, что лунный прилив движется по поверхности Земли вслед за движением Луны, а солнечный, вдвое меньший — за Солнцем. Во время полнолуний и новолуний, когда Луна и Солнце встают относительно Земли примерно на одну прямую, их приливные волны складываются, и наступает максимальный, т. н. „сизигийный“ прилив; а когда они во время первой или последней четвертей Луны расходятся на небе на 90°, т. н. „квадратурные“ или разностные приливы имеют минимальную высоту.

Высота приливной волны в открытом море в тропической зоне (для бесконечного океана) составляет около 0,5 м, однако в реальных морях её высота и форма определяется береговой линией и распределением глубин. Максимальные по высоте океанические приливы на Земле наблюдаются в заливе Фанди (Северо-западная Атлантика) — до 18 м. Приливы в земной коре, амплитуда которых составляет до 0,2 м, могут служить одним из „спусковых механизмов“ для землетрясений.

Типичные ошибки.

— Луна притягивает к себе только лёгкую воду, а Солнце притягивает к себе всю Землю равномерно.

Нетривиальные версии.

— Потому что Луна — твёрдое тело, а Солнце — жидкое.

— Потому что Солнце имеет высокую температуру, а Луна — низкую.

— Луна принимает такие фазы, когда её притяжение особенно сильно.

— Ни лунных, ни солнечных приливов не существует, т. к. ни там, ни там нет воды.

— Потому что приливы происходят в разное время суток, а сила притяжения в течение дня меняется.
— Во время полнолуния люди становятся лунатиками (не все), поэтому лунные приливы сильнее.
— Потому что Луна совершает только колебательные движения, не вращаясь вокруг своей оси.
— Луна создаёт приливы непосредственно в океане, а сила притяжения Солнца идёт на удержание Земли на орбите.

Вопрос № 8. *Наиболее красивые и удобные для обзора места в Москве (Крылатское, Поклонная гора, Воробьёвы горы, Коломенское) расположены на правом берегу Москвы-реки. Случайно ли это?*
Ответ. Не случайно, поскольку правые[4] берега рек сильнее размываются.
Критерии оценки. Указан подмыв правого берега — 1; указано вращение Земли, как причина — 1; упомянуты закон Бэра или сила Кориолиса — 1; итого — 3 балла.
Комментарий. Образование рек и эволюция речных долин, безусловно, являются не случайными, а определяются такими общими факторами, как интенсивность и периодичность выпадения осадков в данном регионе, особенности рельефа местности и свойства подстилающих пород. Во-первых, очевидно, что воды, стекающие с площади водосбора, в целом движутся по уклону рельефа, который и определяет генеральное направление собирающей реки.

Во-вторых, течение реки, встречая на своем пути локальные препятствия, будет отклоняться ими в ту или иную стороны, создавая повороты речного русла. В силу инерции движущейся воды на каждом таком повороте верхний, более быстрый слой будет отбрасываться к внешнему берегу, а придонный — к внутреннему. Создающееся при этом водоворотное течение будет интенсивнее подмывать внешний берег, переносить взятый материал и откладывать его на внутреннем берегу реки. За счёт этого механизма внешний берег на повороте речного русла будет постоянно отступать, а любые изгибы реки, соответственно, увеличиваться. Эта принципиальная неустойчивость русла и способность рек к развитию своих изгибов и петель называется „меандрированием“ по реке Меандр в Малой Азии.

Замечено также, что все реки интенсивнее подмывают свой правый[4] (по течению) берег, так что речные долины с течением времени смещаются вправо. Это явление получило название закона Бэра. Впоследствии было установлено, что в южном полушарии Земли реки подмывают свой левый берег. Это объясняется действием силы инерции в неинерциальной, вращающейся системе координат (Земля), которая называется силой Кориолиса. Она отклоняет любое движущееся тело вправо в северном полушарии и влево — в южном. Её величина пропорциональна скорости движения и синусу широты места. Соответственно, в Евразии все реки „прижаты“ в своих руслах к возвышенностям на правом краю речных долин. (Контрпример: Боровицкий холм Кремля — на левом берегу Москвы-реки.)

[4] Только в Северном полушарии; см. далее.

Типичные ошибки.
— Потому что на правом берегу местность более холмистая.
— Т. к. Москва стоит на 7-ми холмах.
— Люди изначально начали селиться на правом берегу.
— Это предосторожность от затопления.
Нетривиальные версии.
— Эти места специально выбрал Юрий Долгорукий.
— Потому что с левой стороны часто нападали иностранцы.
— Слева были набеги недругов, а справа мы от них защищались.
— Правые берега выше левых, особенно в нашей стране.
— Поверхность России в целом наклонена на север.
— Не случайно, т. к. если один берег поднимается, то другой — опускается.
— На правом берегу солнце больше освещает землю, чем на левом.
— На правом берегу Москвы-реки более плодородная почва.
— Река имеет большее влияние на правый берег.
— Раньше река разливалась на правый берег, вымывая красивые места.
— Литосферные плиты активнее двигались у правого берега, и строение земной коры там более гористое.
— Правый берег выше из-за прошедшего там ледника.
— Не случайно, потому что хотели более лучше украсить правый берег.
— На правом берегу Москвы-реки наступает рассвет.

Вопрос № 9. *Известно, что можно определять стороны света по часовой стрелке. Каким образом это можно сделать, находясь в Эфиопии? А в Новой Зеландии?*
Ответ. В наших широтах половина (биссектриса) угла между 12 и часовой стрелкой, направленной на Солнце, показывает юг, в Новой Зеландии — между 12, направленной на Солнце, и часовой стрелкой — север, а в Эфиопии этот метод не действует.
Критерии оценки. Правильно описан метод часовой стрелки — 1 балл; указано вертикальное положение на экваторе — 1; указано обратное движение Солнца над севером для Южного полушария — 1; итого — 3 балла.
Комментарий. Обычный метод определения сторон света по Солнцу и часовой стрелке, как известно, состоит в следующем: часовая стрелка на циферблате направляется на Солнце, угол между ней и цифрой 12 делится пополам, и эта линия и есть направление на юг (для декретного времени берётся цифра 1, для летнего декретного — цифра 2). Этот метод даёт приемлемую для ориентирования на местности ошибку до 30° в северных широтах (выше 50°), где Солнце можно предполагать движущимся вдоль южной части горизонта слева направо с угловой скоростью, вдвое меньшей, чем угловая скорость часовой стрелки, и находящимся над точкой юга приблизительно в 12 часов среднего солнечного времени, или в 13 часов декретного, или в 14 часов декретного летнего времени.

В экваториальной части Земли (например, в Эфиопии) Солнце на небе движется почти перпендикулярно линии горизонта, проходя около полудня недалеко от зенита. Очевидно, что ориентирование по Солнцу и часам в это время практически невозможно. В утренние часы, от 6 до 9 часов, Солнце поднимается на восточной стороне горизонта, а в вечерние — с 15 до 18, — опускается на западной.

В южном полушарии Земли Солнце движется вдоль северной стороны горизонта справа налево, в обратную сторону относительно часовой стрелки. Данный метод также можно применять в высоких южных широтах (например, в Новой Зеландии), только на Солнце нужно направить цифру 12 на часах (или 1, или 2, соответственно), а не стрелку, и полученное направление биссектрисы угла между Солнцем и стрелкой будет показывать направление на север, а не на юг.

Типичные ошибки.

— Направление на юг можно определить только в полдень.
— Можно ориентироваться по часовым поясам.

Нетривиальные версии.

— Не знаю, ни там, ни там не был.
— В Новой Зеландии всё наоборот.
— Эфиопия и Новая Зеландия находятся в других часовых поясах, и там узнать стороны света нельзя.
— Солнце быстро или медленно, но всё-таки двигается на запад.
— Часовую стрелку будет заклинивать, а вот как — не знаю.
— Если поставить стрелки часов на нужное время, то определить стороны света можно.
— Часовую стрелку отклоняет на север.
— Если положить часы и подождать, пока они остановятся, то часовая стрелка будет показывать на ближайший магнитный полюс; в Эфиопии ближайший магнитный полюс — северный, и стрелка покажет на север; в Новой Зеландии — южный, и стрелка покажет на юг.
— В северном полушарии вода в ванной спускается по часовой стрелке, а в южном — против часовой стрелки.

Вопрос № 10. *Смогут ли жители лунных поселений наблюдать корону Солнца во время затмений?*

Ответ. Не смогут.

Критерии оценки. Ответ „Нет.“ — 1 балл; указаны значительно большие размеры Земли — 1; указано преломление света в земной атмосфере — 1; указана возможность наблюдения короны при заходе Солнца — 1; итого — 4 балла.

Комментарий. Прежде всего целесообразно напомнить, что на Земле корону Солнца нельзя видеть в любое время из-за рассеянного в земной атмосфере света вокруг солнечного диска, поскольку излучение короны в миллион раз слабее, чем самого Солнца. Во время полного солнечного затмения, когда Луна полностью закрывает диск Солнца, а размеры пятна лунной тени на поверхности Земли достигают нескольких сотен километров, яркость земного неба в центре полосы затмения может уменьшаться до 10^{-9} от яркости Солнца, и корона на этом фоне становится видимой.

На Луне, как известно, атмосферы нет, нет и рассеяния света. Однако, в обычных условиях, без затмений, прилегающая к диску Солнца корона не будет видна из-за слишком большого перепада яркости (в 10^6 раз). Единственным небесным телом, способным для лунного наблюдателя затмить Солнце, является Земля. Однако, размеры Земли в 3,7 раз больше, чем размеры Луны, соответственно, на лунном небе она будет занимать во столько же раз больше места, чем Луна на земном небе, и закроет не только само Солнце, но и солнечную корону тоже.

Кроме этого, во время солнечного затмения на Луне свет от Солнца преломляется в земной атмосфере и заходит внутрь конуса геометрической тени. Этот преломленный солнечный свет для земного наблюдателя, который в это время наблюдает лунное затмение, создаёт так называемый „пепельный“ или „багровый“ цвет Луны, а для лунного наблюдателя образует вокруг тела Земли ярко светящийся ободок земной атмосферы, который также полностью перекрывает свечение солнечной короны.

Единственным случаем, когда с поверхности Луны можно увидеть солнечную корону, являются лунные восходы и заходы Солнца, которые на Луне происходят через полмесяца. Но и при этом, когда диск Солнца находится непосредственно под горизонтом Луны, над ним можно видеть только часть солнечной короны. Таким образом, естественным путём с поверхности Луны никогда нельзя увидеть солнечную корону полностью.

В качестве же самого простого искусственного метода её наблюдения можно предложить закрыть диск Солнца пальцем или каким-нибудь иным, специально приспособленным для этой цели диском.

Типичные ошибки.

— Нет, т. к. на Луне пока никто не живёт.

Нетривиальные версии.

— Смогут, т. к. Земля гораздо меньше Солнца.

— И мы бы не увидели корону Луны, если бы Луна стала Солнцем.

— Луна так расположена, что свет не может достичь Луны.

— Смогут, т. к. корона — это солнечные лучи, а они очень длинные.

— Не смогут, т. к. им будут мешать другие планеты.

— Не смогут, т. к. корона образуется над ними и будет им слепить глаза.

— Корона отражается от атмосферы Земли, поэтому на Земле она видна.

— На Луне нет атмосферы, — и корона там не видна.

— На Луне свой календарь затмений.

Конкурс по физике

Задания

На листе с заданием было приведено следующее разъяснение:

После номера задачи в скобках указано, каким классам эта задача рекомендуется. Решать задачи не своего класса разрешается. Обращайте внимание на качество физических объяснений: работа, в которой хорошо, с объяснениями, решены две-три задачи, будет высоко оценена — выше, чем работа, в которой имеются нечёткие рассуждения по многим задачам.

1. (7–11, экспериментальная) Имеется прибор, в состав которого входят две лампочки, два патрона и два выключателя. Одним выключателем можно включать и выключать одну лампочку, другим — другую, независимо от того, в какой из патронов вкручена каждая лампочка. Предложите способ изготовления такого прибора.

   Примечание: такой прибор имеется у члена жюри, проводящего конкурс. Вы можете или „разгадать“ схему именно этого устройства, или предложить свою.

   Во время конкурса прибор включался в обычную сеть 220 вольт; участникам разрешалось изучать „прибор“: вкручивать, выкручивать, менять местами лампочки (также прилагалась одна обычная лампочка), „щёлкать“ выключателями, проделывать другие манипуляции (после предварительного одобрения жюри!)

2. (10–11, экспериментальная) У жюри имеется прибор с тремя контактами (A, B и C) и вольтметр. Результаты измерений этим вольтметром напряжений между точками A и B, B и C, C и A таковы, что их числовые значения не могут являться сторонами треугольника. Укажите причину, по которой это может происходить.

   Прибор представлял собой батарейку, к которой были последовательно подсоединены три контакта и два резистора между ними. Всё это было смонтировано без корпуса, чтобы участники могли видеть электрическую схему, номиналы батарейки и резисторов. Также прилагался школьный демонстрационный вольтметр с прозрачным корпусом. Вся эта конструкция предоставлялась участникам для самостоятельного изучения. Школьникам также сообщалось, что вольтметр исправен и никаких скрытых проводов и других „хитростей“ в схеме нет.

3. (7–9) Петя вымыл стакан горячей водой и поставил его на стол вверх дном. Через некоторое время стакан вдруг сам собой передвинулся. Помогите Пете разобраться, как такое может быть.

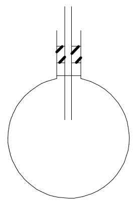
4. (9–11) Человек наблюдает за вертикальным падением камня. В момент времени t_1 высота камня была h_1=100 м. Через 2 секунды (в момент времени t_2) высота стала h_2=10 м.

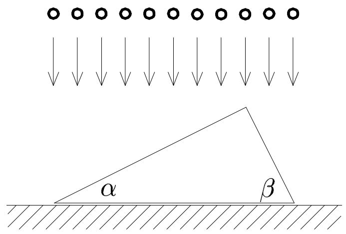
   С какой высоты падал камень?

5. (7–8) Недавно в Москве был сильный ураган, поваливший и вырвавший с корнем много деревьев. Трава, которую, казалось бы, выдрать намного проще, чем дерево, при этом практически не пострадала. Почему?

6. (9–11) Рассказывают, что один скептически настроенный физик, наблюдая по телевизору прямую трансляцию высадки первого человека на Луну, внимательно посмотрел на Нейла Армстронга, на его приборчик, который висел на поясе у Нейла на шнуре, на свои часы и через некоторое время сказал: „Действительно, это не постановка, а Луна!“ Почему он так решил?

7. (10–11) В колбу, заполненную водой, вставлена пробка с капилляром (см. рисунок). Между пробкой и поверхностью воды находится небольшое количество воздуха. Колбу поставили на газовую плиту и начали греть. Качественно постройте график зависимости высоты жидкости в капилляре от времени.





8. (10–11) На гладкой горизонтальной поверхности на одной из боковой граней лежит призма. Углы призмы, прилежащие к этой грани, равны соответственно α и β. Сверху на призму равномерно вертикально падают со скоростью v маленькие шарики. Ударившись об грань призмы, они упруго отскакивают, больше не взаимодействуя ни с призмой, ни с другими шариками. Найти установившуюся скорость призмы.

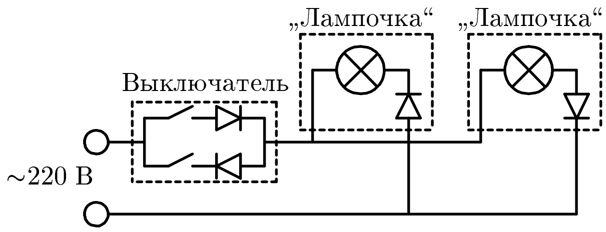
9. (9–11) На весах стоит свечка. Как изменятся показания весов, если свечку зажечь?

10. (7–9) В эксперименте по проверке закона Кулона необходимо было следить за показаниями прибора, расположенного внутри сферы, причём делать в сфере дырки или деформировать её нельзя (должна быть целая сферическая проводящая поверхность). Но если сферу сделать целиком из металла, то расположенный внутри измерительный прибор не будет виден и невозможно будет наблюдать его показания. Учёным удалось найти очень простой способ решения этой проблемы. Какой?

11. (7–10) Распечатали бутылку с газированной водой. Качественно изобразите график зависимости температуры газированной воды от времени с момента вскрытия упаковки.

Ответы на задания конкурса по физике

1. „Прибор“ был устроен следующим образом: в цоколи лампочек вмонтированы диоды, соединённые последовательно с собственно лампочками (стеклянными), причём у одной лампочки к центральному контакту подключён „+“ диода, а у другой — „−“. Такие же диоды были вмонтированы в корпус выключателей (см. схему).



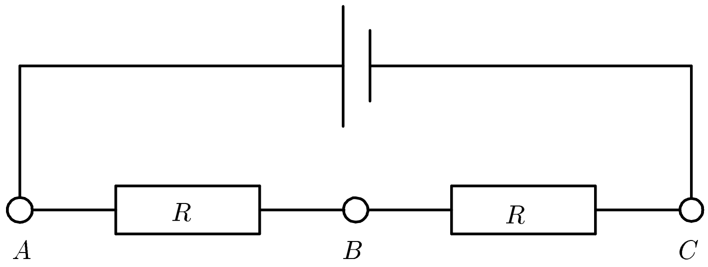
Напомним, что сопротивление диода зависит от направления протекающего по нему тока: в одну сторону оно — низкое, в другую — очень большое (достаточное, чтобы лампочка не светилась). „Прибор“ во время демонстрации включался в обычную бытовую электросеть переменного тока 220 В (жюри специально обратило на это внимание школьников), где, как известно, направление тока меняется 100 раз в секунду. Поэтому лампочка будет гореть, когда включён выключатель, соединённый последовательно с диодом, пропускающим ток в соответствующем ей направлении (на рисунке верхнему выключателю соответствует правая лампочка). В какой патрон при этом вкручена лампочка — не важно, т. к. патроны одинаковые и соединены параллельно.

При внимательном изучении экспериментальной установки можно было заметить некоторые её особенности, являющиеся наводящими соображениями:
1) лампочки горят с пониженной яркостью;
2) заметно частое мигание лампочек, соответствующее частоте сети 50 Гц (мигание лампочки на частоте 50 Гц визуально наблюдается, в частности, потому, что в данных условиях на лампочку подаётся мощность в более чем 2 раза меньше той, на которую она рассчитана, поэтому имеются длительные промежутки времени, когда яркость очень мала или равна нулю);
3) обычная лампочка при одном включённом выключателе ведёт себя также, а при двух — горит без мигания с нормальной яркостью.

Зная, что такое диод, эту схему школьникам было не очень трудно придумать. Некоторые школьники предложили другие, более сложные, варианты с использованием микросхем, LC-контуров и т. п. Различные механические конструкции, использующие почти незаметные различия формы цоколей лампочек (которые предлагались в основном учениками младших классов), также считались правильными, если явно не противоречили здравому смыслу и внешнему виду установки.

2. Прежде всего отметим, что формулировка этой задачи с использованием математического термина „неравенство треугольника“— неудачная, т. к. непонятна большинству школьников[5]. Фактически здесь речь идёт о невыполнении равенства $U_{AB} + U_{BC} = U_{AC}$.

Для точного измерения напряжения необходимо, чтобы ток, текущий через вольтметр, был намного меньше тока, текущего через фрагмент схемы, на котором измеряется напряжение. Для данной задачи жюри специально подобрало номиналы радиодеталей так, чтобы это условие не выполнялось. При этом подключённый к схеме вольтметр становится её полноправной составной частью. Поэтому, когда после одного измерения мы отключаем вольтметр, схема меняется, и, естественно, меняется напряжение между контактами, куда этот вольтметр только что был подключён. Формально это уже совсем другая схема. Когда потом мы подключаем этот вольтметр к другому участку схемы, эта схема опять изменяется, и показания вольтметра не будут равны напряжению, которое было в схеме до его подключения (они будут меньше, так как ток теперь течёт не только через фрагмент схемы, но и через сам вольтметр).



Поэтому все три показания вольтметра относились к различным схемам, и в том, что для них не выполняется соотношение, относящееся к фиксированной схеме, нет ничего удивительного. Заметим, что если бы мы подключили три одинаковых вольтметра одновременно, их показания отличались бы от показания вольтметров, подключённых к этим же участкам цепи по отдельности, но для них выполнялось бы с достаточной точностью соотношение

$$U_{AB} + U_{BC} = U_{AC} .$$

Использованный в задаче школьный вольтметр состоит из последовательно соединённых амперметра и резистора с большим сопротивлением, а деления на шкале проставлены в соответствии с законом Ома. Для корректного измерения напряжений в нашей схеме сопротивление этого резистора оказалось недостаточно большим.

3. Полтергейст здесь, разумеется, не при чём. Во время мытья горячей водой стакан нагрелся. Когда после этого его поставили вверх дном, от

[5]Это ошибка, допущенная жюри и оргкомитом. Приносим участникам Турнира свои извинения.

стенок стакана стал нагреваться находящийся внутри воздух, его давление при этом увеличилось. Вода, оставшаяся на стенках стакана, за это время стекла вниз, и, во-первых, загерметизировала пространство между стаканом и столом, не давая возможности воздуху постепенно покидать пространство внутри стакана, а, во-вторых, стала „смазкой“, уменьшая коэффициент трения между краем стакана и столом. Когда, наконец, нагретый воздух всё же вырвался из под стакана, стакан „отплыл“ в противоположную сторону.

Этот фокус самостоятельно повторить достаточно легко. При этом желательно взять стакан с толстыми стенками и мыть его подольше, объясняя зрителям, что для этого фокуса стакан должен быть как можно чище.

4. Как известно, при равноускоренном движении

$$x(t) = x_0 + v_0 t + \frac{at^2}{2}\,.$$

В нашем случае камень падает с высоты h ($x_0 = h$) без начальной скорости ($v_0 = 0$) с ускорением $a = -g$ (знак „минус“ взят потому, что вектор $\vec{g}$ направлен сверху вниз, а высота отсчитывается в обратную сторону). Время падения $t_2 - t_1 = 2\,\text{с}$.

Таким образом,

$$h_1(t_1) = 100\,\text{м} = h - \frac{gt_1^2}{2}\,;$$

$$h_2(t_2) = 10\,\text{м} = h - \frac{gt_2^2}{2}\,.$$

Вычитая второе уравнение из первого, получим

$$h_1 - h_2 = \frac{gt_2^2}{2} - \frac{gt_1^2}{2} = \frac{g}{2}(t_2 - t_1)(t_2 + t_1) = \frac{g}{2}(t_2 - t_1)((t_2 - t_1) + 2t_1)\,;$$

$$2t_1 + (t_2 - t_1) = \frac{2(h_1 - h_2)}{g(t_2 - t_1)}\,;$$

$$t_1 = \frac{h_1 - h_2}{g(t_2 - t_1)} - \frac{t_2 - t_1}{2}\,;$$

$$h = h_1 + \frac{g}{2}t_1^2 = h_1 + \frac{g}{2}\left(\frac{h_1 - h_2}{g(t_2 - t_1)} - \frac{t_2 - t_1}{2}\right)^2 =$$

$$= 100\,\text{м} + \frac{10\,\text{м/с}^2}{2}\left(\frac{100\,\text{м} - 10\,\text{м}}{10\,\text{м/с}^2 \cdot 2\,\text{с}} - \frac{2\,\text{с}}{2}\right)^2 =$$

$$= 100\,\text{м} + 5(4{,}5 - 1)^2\,\text{м} = 100\,\text{м} + 5 \cdot 3{,}5^2\,\text{м} = 100\,\text{м} + 61{,}25\,\text{м} = 161{,}25\,\text{м}\,.$$

5. Всё дело в том, что ветер действует на траву и на деревья с существенно разной силой. Это происходит по нескольким причинам:
1) трава располагается у поверхность земли, где скорость ветра обычно меньше;
2) трава более эластична, чем ствол дерева, и поэтому в воздушном потоке

легко может располагаться так, что сила сопротивления ветру оказывается минимальной (а дерево при этом ломается);
3) ствол дерева является рычагом, усиливающим силу аэродинамического сопротивления кроны, что приводит к выкорчёвыванию дерева;
4) дерево (особенно с длинным упругим прямым стволом, например сосна в лесу) может постепенно раскачиваться ветром и затем сломаться в одном из мест перегиба при колебаниях ствола (после урагана в лесу иногда встречаются группы рядом стоящих примерно одинаковых деревьев, сломанных на одной высоте);
5) движение воздуха во время урагана обычно бывает вихревым, что приводит к „выворачиванию“ деревьев (особенно с широкой кроной).

Более подробно об урагане 20 июня в Москве см. ответ на вопрос № 5 конкурса по астрономии и наукам о Земле на стр. 18.

6. Скептически настроенный физик определял период колебаний „маятника“, образованного приборчиком и шнуром, считая количество колебаний и определяя прошедшее время по своим часам. Как ему было известно (он же физик!), период малых колебаний математического маятника длины l равен $T = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}}$, ускорение свободного падения на поверхности Луны примерно в 6 раз меньше, чем на Земле.

Длину маятника (шнура) можно сопоставить с ростом космонавта. Для обеспечения „правильного“(в $\sqrt{6}$ раз большего) периода колебаний на Земле для этой цели необходимо „увеличить“ рост космонавта в 6 раз!

Впрочем, существуют и другие способы фальсификации. Подумайте сами, какие ещё есть способы обмана телезрителей и какие у этих способов недостатки.

Эта история уже стала легендой. Мы не знаем, была ли она на самом деле. Но школьникам было намного проще. Ведь описываемые события даны в условии задачи!

7. Описанная в задаче ситуация — достаточно коварная „ловушка“ для начинающих экспериментаторов. Вывод о том, что сразу после начала нагревания уровень воды начнёт увеличиваться в результате увеличения объёма воды при нагревании, может оказаться ошибочным. Дело в том, что сначала нагревается (и при этом расширяется!) сама колба, а потом уже от неё — вода. Поэтому в начале процесса нагревания уровень воды в капилляре может понижаться. Особенно, когда нагревание осуществляется на газовой плите или горелке, и с горячим пламенем и газообразными продуктами горения контактирует вся поверхность колбы. Если этого эффекта необходимо избежать, лучше воспользоваться электроплиткой, с которой соприкасается только дно колбы.

Небольшое количество воздуха в колбе не является принципиальным и было туда добавлено авторами задачи для придания ситуации реальности. Старшеклассники, знакомые с понятием идеального газа, могли указать дополнительные детали поведения этой конструкции (не забыв, разумеется, что в воздухе находится насыщенный водяной пар). Их, а также всех остальных юных химиков и экспериментаторов вообще ещё раз предупреждаем, что к подобным устройствам, реально используемым в Ваших опытах, нужно относиться внимательно. Например, если Вы нагреваете в колбе реакционную смесь, содержащую кислоту, а отводная трубка погружена в нейтрализующий раствор. Тогда, если этот раствор засосёт в колбу по описанному выше механизму, всё может закончиться не очень хорошо.

8. Эта задача не является новой, она достаточно часто встречалась на различных студенческих контрольных работах, зачётах и т. п. Однако для её решения вполне достаточно только школьных знаний. Но при этом необходимо последовательно применить несколько неочевидных „олимпиадных хитростей“, которые, когда Вы станете студентами (как мы надеемся), покажутся Вам совсем простыми. Пока же мы подробно разберём решение этой задачи (поэтому не пугайтесь, что оно получилось слишком объёмным — реально на олимпиаде его можно записать на 3–4 страницах)

Многие школьники написали, что, т. к. взаимодействие шариков с гранями призмы упругое, оно происходит по закону „угол падения равен углу отражения“. Но **это всегда верно только в той системе отсчёта, в которой „отражающая“ поверхность неподвижна.**

Перейдём в эту систему отсчёта. Установившуюся скорость призмы в неподвижной системе отсчёта (в той, в которой заданы скорости падающих шариков) мы пока не знаем (её как раз и требуется найти), поэтому эту скорость буквой u (направление указано на рисунке, если мы его „не угадали“ — ничего страшного, просто окажется, что $u < 0$). Далее, составляя содержащие u уравнения, следующие из закона сохранения импульса и геометрических соображений, мы, решив их, найдём формулу для u, в которую входят только данные в условии задачи обозначения (она достаточно простая: $u = v \operatorname{tg} \frac{\beta - \alpha}{2}$).

Чтобы, зная значение вектора в неподвижной системе отсчёта, получить его значение в системе отсчёта, движущейся относительно неподвижной со скоростью $\vec{u}$, из него надо вычесть $\vec{u}$. Тогда скорость шариков в этой системе отсчёта (обозначим эту скорость $\vec{v_1}$) будет равна $\vec{v_1} = \vec{v} - \vec{u}$, а скорость призмы $\vec{u} - \vec{u} = 0$ (как мы и хотели).

Пусть γ — угол между вектором $\vec{v_1}$ и „вертикалью“ (перпендикуляром к плоскости поверхности, на которой находится призма).

По геометрическому определению тригонометрических функций $\sin$, $\cos$ и tg

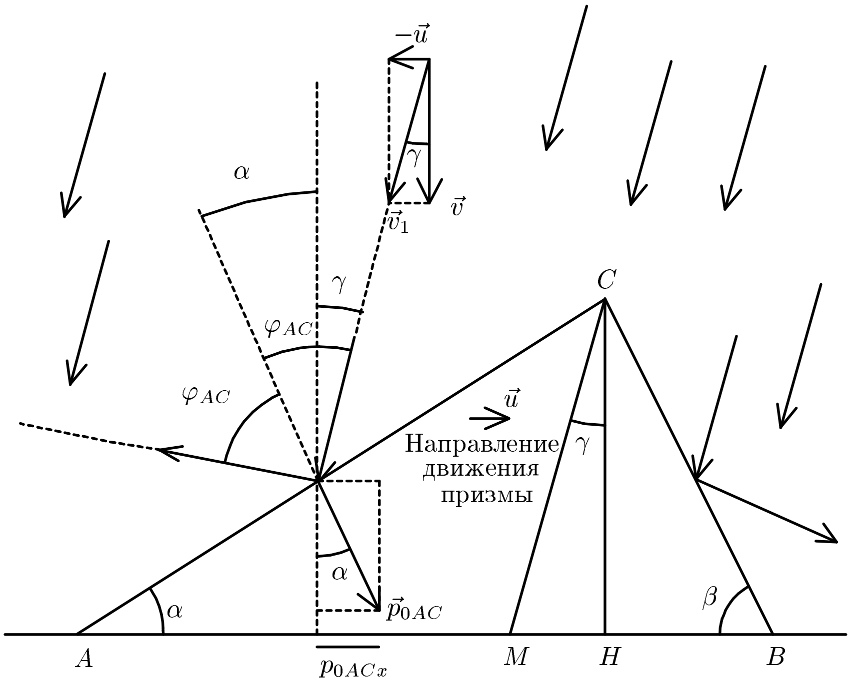
$$\sin\gamma = \frac{u}{v_1}\,, \quad \cos\gamma = \frac{v}{v_1}\,, \quad \operatorname{tg}\gamma = \frac{u}{v}\,.$$

Сделаем на чертеже дополнительные построения: выберем на отрезке AB точки H и M такие, что $AB \perp CH$ и $CM \| \vec{v_1}$ ($\angle HCM = \gamma$).

Выясним, какой импульс (p_{0AC}) сообщает грани AC один упруго ударившийся об неё один шарик (его массу обозначим m).

$$p_{0AC} = 2mv_1 \cos\varphi_{AC} = 2mv_1 \cos(\alpha + \gamma) = 2mv_1(\cos\alpha\cos\gamma - \sin\alpha\sin\gamma) = \\ = 2m(v\cos\alpha - u\sin\alpha)$$

(φ_{AC} — угол между перпендикуляром к AC и $\vec{v_1}$, равный, как показано на рисунке, $\alpha + \gamma$: его α-составляющая образована линиями, соответственно перпендикулярными сторонам угла $\angle BAC = \alpha$, а γ-составляющая является углом, внутренним накрестлежащим к $\angle HCM = \gamma$; коэффициент 2 здесь добавлен потому, что шарик сообщает призме импульс в 2 раза больше собственного, т. к. взаимодействие упругое и шарик не остаётся на поверхности, а отскакивает от неё, имея импульс, равный по абсолютной величине тому, который он имел при падении на неё).



$$|\vec{p}_{0AC}| = 2mv_1 \cos(\varphi_{AC})$$

Аналогично, такой же шарик, ударившийся о грань BC, сообщает ей импульс, равный

$$p_{0BC} = 2m(v \cos\beta + u \sin\beta)\,.$$

Знак „+“ (вместо „−“ в предыдущей формуле) здесь стоит потому, что „$\angle ABC$ повёрнут в другую сторону“ (относительно $\angle BAC$).

Для того, чтобы призма была неподвижной [6], необходимо, чтобы горизонтальная проекция импульса, сообщаемого за единицу времени грани AC (P_{AC}), была бы равна по абсолютной величине (и противоположна по направлению) горизонтальной проекции импульса, сообщаемого за единицу времени грани BC (P_{BC}).

[6]Точнее говоря, это — условие постоянства скорости призмы, а в нашем случае эта скорость равна 0, следовательно, постоянна, чем мы здесь и воспользовались; равенство этой скорости именно нулю в данном месте цепочки логических рассуждений не требуется

Введём обозначения:
$h = CH$;
k_{AC} — количество шариков, попавших за единицу времени на грань AC ;
k_{BC} — количество шариков, попавших за единицу времени на грань BC .

$$AH = h\operatorname{ctg}\alpha\,, \quad BH = h\operatorname{ctg}\beta\,,$$
$$MH = h\operatorname{tg}\gamma = \frac{u}{v}h\,,$$
$$AM = AH - MH = h\left(\operatorname{ctg}\alpha - \frac{u}{v}\right)\,, \quad BM = BH + MH = h\left(\operatorname{ctg}\beta + \frac{u}{v}\right)\,,$$

Все шарики, ударяющиеся о призму, до момента удара летят по прямым, пересекающим отрезок AB (см. рисунок), причём, т.к. $\vec{v_1}\|CM$, шарики, ударяющиеся о грани AC и BC, до удара летят по прямым, пересекающим (соответственно), отрезки AM и BM, поэтому

$$\frac{k_{AC}}{k_{BC}} = \frac{AM}{BM} = \frac{h\left(\operatorname{ctg}\alpha - \frac{u}{v}\right)}{h\left(\operatorname{ctg}\beta + \frac{u}{v}\right)} = \frac{v\operatorname{ctg}\alpha - u}{v\operatorname{ctg}\beta + u}\,,$$
$$P_{AC} = k_{AC}\cdot p_{0AC}\,, \quad P_{BC} = k_{BC}\cdot p_{0BC}\,.$$

Проекции этих импульсов на горизонтальную плоскость

$$P_{ACx} = P_{AC}\sin\alpha\,, \quad P_{BCx} = P_{BC}\sin\beta\,.$$

Условие равновесия (здесь лучше приравнивать не импульсы — друг другу, а их отношение — единице):

$$1 = \frac{P_{ACx}}{P_{BCx}} = \frac{p_{0AC}}{p_{0BC}}\cdot\frac{k_{AC}}{k_{BC}}\cdot\frac{\sin\alpha}{\sin\beta} =$$
$$= \frac{2m(v\cos\alpha - u\sin\alpha)}{2m(v\cos\beta + u\sin\beta)}\cdot\frac{v\operatorname{ctg}\alpha - u}{v\operatorname{ctg}\beta + u}\cdot\frac{\sin\alpha}{\sin\beta} =$$
$$= \frac{v\cos\alpha - u\sin\alpha}{v\cos\beta + u\sin\beta}\cdot\frac{v\cos\alpha - u\sin\alpha}{v\cos\beta + u\sin\beta} = \left(\frac{v\cos\alpha - u\sin\alpha}{v\cos\beta + u\sin\beta}\right)^2 = 1\,.$$

Откуда
$$\frac{v\cos\alpha - u\sin\alpha}{v\cos\beta + u\sin\beta} = +1 \quad \text{или} \quad \frac{v\cos\alpha - u\sin\alpha}{v\cos\beta + u\sin\beta} = -1\,.$$

Но, как следует из предыдущей формулы,

$$\frac{v\cos\alpha - u\sin\alpha}{v\cos\beta + u\sin\beta} = \frac{k_{AC}\sin\alpha}{k_{BC}\sin\beta}\,.$$

Все сомножители в числителе и знаменателе правой части — положительные величины, поэтому

$$\frac{v\cos\alpha - u\sin\alpha}{v\cos\beta + u\sin\beta} = 1\,.$$

Тогда

$$\begin{gathered}
v\cos\beta + u\sin\beta = v\cos\alpha - u\sin\alpha\,,\\
u\sin\alpha + u\sin\beta = v\cos\alpha - v\cos\beta\,,\\
u = v\,\frac{\cos\alpha - \cos\beta}{\sin\alpha + \sin\beta}\,.
\end{gathered}$$

Несмотря на асимметричность конструкции ($\alpha \neq \beta$), решение неожиданно оказалось достаточно симметричным: $k_{AC} = k_{BC}$ и $p_{0AC} = p_{0BC}$ (на каждую грань в единицу времени падает одинаковое количество шариков, шарик сообщает призме одинаковый импульс, независимо от того, на какую грань призмы он упал).

Как мы и обещали на странице 33, окончательный ответ можно упростить (хотя никто из школьников этого не сделал):

$$\begin{gathered}
u = v\,\frac{\cos\alpha - \cos\beta}{\sin\alpha + \sin\beta} = v\,\frac{2\cdot\sin\frac{\beta-\alpha}{2}\cdot\cos\frac{\beta+\alpha}{2}}{2\cdot\sin\frac{\alpha+\beta}{2}\cdot\cos\frac{\alpha-\beta}{2}} = \\
= v\,\frac{\sin\frac{\beta-\alpha}{2}}{\cos\frac{\alpha-\beta}{2}} = v\,\frac{\sin\frac{\beta-\alpha}{2}}{\cos\frac{\beta-\alpha}{2}} = v\ \mathrm{tg}\,\frac{\beta-\alpha}{2}.
\end{gathered}$$

9. В условии задачи специально не было указано, какие именно весы используются для эксперимента. Многие школьники решили, что нужно использовать чашечные весы, — и были неправы. При взвешивании на чашечных весах для устранения искажений необходимо устранить окружающие воздушные потоки, а в данном случае именно они и являются основной причиной изучаемого эффекта. Можно было воспользоваться, например, электронными весами (примерно такой конструкции, как во многих магазинах, но более точными).

Краткое описание эффекта следующее. В процессе горения часть твёрдого вещества свечки переходит в газообразное состояние и приобретает в зоне горения скорость (и, следовательно, импульс), направленную вверх. Также направленную вверх скорость приобретает и непосредственно окружающий свечку воздух, а также кислород воздуха, вошедший в состав продуктов горения (в основном, вода и углекислый газ). Следовательно, по закону сохранения импульса, на свечку действует дополнительная сила, направленная вниз.

Жюри поставило эксперимент как на электронных весах (при этом наблюдался описанный эффект), так и на чашечных (при этом эффект был противоположным). (Желающим лично во всём убедиться, но не имеющим достаточно точных весов, мы можем посоветовать взвешивать не одну свечку, а сразу несколько; разумеется, с соблюдением всех мер пожарной безопасности!)

Многие школьники достаточно подробно и правильно описали процесс горения свечки, чего мы здесь сделать не можем из-за недостатка места. Для того же, чтобы эта задача считалась правильно решённой, было вполне достаточно приведённых здесь рассуждений, причём, если участник Турнира после этого не давал однозначного ответа, ссылаясь на другие возможные и неизвестные ему эффекты, оценка за это не снижалась.

10. Часть сферы нужно сделать из прозрачного проводящего материала. Например, раствора поваренной соли, ограничив его стеклом сферической формы. В данном случае ток между металлом и раствором протекать не будет (нам важно только распределение зарядов по сфере), поэтому проблем с электролизом не возникнет. Подробнее об экспериментах по проверке закона Кулона написано в научно-популярной книжке „Судьба классического закона. Прошлое и настоящее закона Кулона“, Филонович С. Р., М, „Наука“, 1990, серия „Библиотечка «Квант»“, вып. 79.

11. Утверждение о том, что при испарении из газировки углекислого газа её температура понижается, в данном случае не полностью даёт ответ на вопрос. Дело в том, что бурно образующиеся пузыри в первый момент достаточно сильно перемешивают воду, тем самым нагревая её. Кроме того, при образовании большого количества маленьких пузырьков увеличивается площадь поверхности воды. При последующем их объединении в более крупные площадь поверхности уменьшается, а высвобождающаяся поверхностная энергия также идёт на нагревание.

Правильный ответ: температура сначала будет повышаться, затем понижаться (при определённых условиях, в первую очередь достаточно большой концентрации растворённого в газированной воде газа).

Турнир им. Ломоносова — не соревнование, здесь не присуждаются призовые места, успешно выступившим участникам выдаются равноценные грамоты. Однако, если бы это было не так, первое место, безусловно, следовало бы присудить Гайфуллину Александру, ученику 10 класса школы № 10 г. Жуковский, который правильно решил все задачи по физике. Это первый случай в истории Турнира (с тех пор, как конкурс по физике проводится по современным правилам). Некоторые его решения (в частности, задачи № 8) оказались удачнее тех, которые предполагало жюри, и были использованы при составлении настоящего издания.

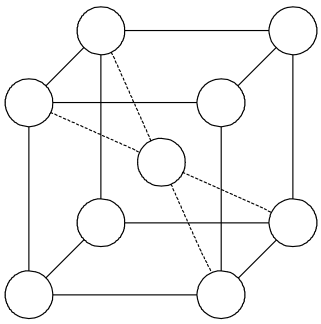
Конкурс по химии

Участникам турнира предлагается решить три из предложенных задач по собственному выбору (желательно, но не обязательно, решать задачи, предназначенные для соответствующего или более старшего класса).

Задачи

1. (7–8 класс) Имеется смесь порошков поваренной соли, песка, серы и железа. Предложите способ разделения этой смеси, который позволит выделить каждое вещество в индивидуальном виде.

2. (7–8 класс) Металлическое железо образует объемноцентрированную кубическую решетку, одна ячейка которой изображена на рисунке (один атом в центре куба и восемь атомов в вершинах куба). Расстояние между центром и вершиной куба 0,247 нм (1 нм $= 10^{-9}$ м). Масса атома железа $9{,}03 \cdot 10^{-23}$ г.
   Рассчитайте плотность металлического железа.



3. (7–8 класс) Горячий раствор нитрата натрия массой 400 г с массовой долей растворенного вещества 39 % охладили до комнатной температуры. При этом часть вещества выпала в осадок, и его массовая доля в растворе составила 25 %.
   Какова масса раствора после охлаждения?

4. (8–9 класс) Ангидридом кислоты называется кислотный оксид, который при взаимодействии с водой может образовать соответствующую кислоту. Например, ангидридом серной кислоты является оксид SO_3 ($SO_3 + H_2O = H_2SO_4$).
   Каковы химические формулы ангидридов хлорной кислоты $HClO_4$, фосфорной кислоты H_3PO_4, угольной кислоты H_2CO_3?
   Напишите реакции этих оксидов с водой.

5. (8–10 класс) Юному химику потребовалось определить плотность маленького кусочка (крупинки) полимера. Он решил эту задачу, используя воду, поваренную соль и технические весы, которые имелись в школьной химической лаборатории.
Как он это сделал?
Всегда ли этот способ пригоден для определения плотности вещества?

6. (9–10 класс) Медную пластинку массой 50 г опустили на некоторое время в раствор нитрата ртути(II). Масса медной пластинки после промывания и высушивания увеличилась на 4,11 г. Затем пластинку нагревали до тех пор, пока она не приняла первоначальный цвет.
Чему равна масса пластинки после нагревания?

7. (9–11 класс) Для восстановления 3,2 г оксида некоторого металла потребовалось 1,344 л водорода. При растворении полученного металла в избытке соляной кислоты выделилось 0,896 л водорода.
Определите, какой это металл, напишите уравнения реакций.

8. (11 класс) Представьте себе некоторое количество метана (CH_4), в котором 50 % атомов углерода представлено его изотопом ^{13}C (остальное — ^{12}C), а 50 % атомов водорода — это его изотоп дейтерий D (^2H).
Изотопы статистически распределены по возможным положениям.
Рассчитайте долю молекул метана с молекулярной массой 21.

9. (10–11 класс) Газообразный тритий (изотоп водорода ^3H) подвергается радиоактивному распаду с образованием газообразного гелия согласно следующему уравнению:

$$T_2 \to 2\ {}^3\mathrm{He} + \beta^- + \nu^+$$

(β-частица представляет собой электрон).
Определите, во сколько раз изменится давление в сосуде по истечении двух периодов полураспада трития (периодом полураспада называется время, за которое распадается половина имеющегося радиоактивного вещества).

10. (10–11 класс) 3 мл смеси газообразного углеводорода и 25 мл кислорода прореагировали в закрытом сосуде. После конденсации полученного водяного пара объем газообразного остатка был равен 19 мл, а после обработки щелочью осталось 7 мл газа.
Установите формулу углеводорода, учитывая, что все измерения проводились при одинаковых условиях.

Краткие решения задач конкурса по химии

Задачи и решения для конкурса по химии подготовлены С. Е. Семёновым, директором Химического лицея №1033 г. Москвы (`mcl.dnttm.ras.ru/`) *и З. П. Свитанько.*

1. Для начала смесь нужно поместить в воду. При этом соль растворится, а все остальное — нет. Сера всплывет, её нужно аккуратно собрать, промыть водой и высушить.
   Раствор отфильтровать. Фильтрат выпарить досуха, и полученную при этом соль высушить.
   На фильтре останется смесь железа и песка. В принципе, если смесь высушить и высыпать на бумажку, железо можно отделить магнитом.

2. Плотность вещества — это отношение массы к объёму. Таким образом, нужно найти объём ячейки и массу ячейки. Объём ячейки — это объем куба a^3.
   Большая диагональ куба $2 \cdot 0{,}247 \cdot 10^{-9}$ м $= 4{,}94 \cdot 10^{-10}$ м.
   Сторона куба $a = d/\sqrt{3}$ (это легко найти по теореме Пифагора) $=$ $2{,}85 \cdot 10^{-10}$ м.
   Объём куба $a^3 = 2{,}315 \cdot 10^{-29}$ м^3 $= 2{,}315 \cdot 10^{-23}$ см^3.
   Число атомов железа в ячейке: 1 (в центре) $+ \frac{1}{8} \cdot 8$ (в вершинах) $= 2$.
   Масса $2 \cdot 9{,}03 \cdot 10^{-23}$ г $= 1{,}803 \cdot 10^{-22}$ г.
   Плотность $1{,}803 \cdot 10^{-22}$ г / $2{,}315 \cdot 10^{-23}$ см^3 $= 7{,}79$ г/см^3.

3. Исходный раствор содержит $400 \cdot 0{,}39 = 156$ г вещества.
   Пусть x г вещества выпало в осадок.
   Осталось $(156 - x)$ г.
   Масса раствора после охлаждения $(400 - x)$ г.
   Составим уравнение:
   $\frac{156-x}{400-x} = 0{,}25$;
   $x = 74{,}67$;
   $400 - x = 325{,}33$ (г).

4. $Cl_2O_7 + H_2O = 2\ HClO_4$;
   $P_2O_5 + H_2O = H_3PO_4$;
   $CO_2 + H_2O = H_2CO_3$.

5. Он положил крупинку полимера в воду и затем стал добавлять туда поваренную соль. В какой-то момент крупинка всплыла в объём раствора. Значит, плотность раствора сравнялась с плотностью полимера. Затем юный химик определил плотность раствора соли. Так как у него не было справочника, чтобы узнать плотность раствора по её концентрации, то он мог просто взвесить колбу с раствором, а затем взвесить ту же самую колбу с водой. Так как плотность чистой воды известна (1 г/см^3), то отношение этих величин даст плотность раствора соли. Такой способ применим, если искомая плотность вещества не больше плотности насыщенного раствора соли и если вещество никак не взаимодействует с водой (не набухает, не растворяется).

6. $Cu + Hg^{2+} = Cu^{2+} + Hg$;
   Cu: $M_R = 64$; Hg: $M_R = 201$;
   $\Delta m = 201 - 64 = 137$ при растворении 1 моль меди.
   По условию масса увеличилась на 4,11 г.
   Значит растворилось $\frac{4{,}11}{137} = 0{,}03$ моля меди.
   При нагревании пластинки ртуть испарилась, осталась только медь.
   $0{,}03 \cdot 64 = 1{,}92$ г меди перешло в раствор.
   Осталось $50 - 1{,}92 = 48{,}08$ г. Это и есть масса пластинки после нагревания.

7. Количество водорода, которое пошло на восстановление, не равно количеству, выделившемуся при растворении в кислоте, так как металл имеет разную степень окисления в исходном оксиде и в хлориде. Отношение $\frac{1{,}344}{0{,}896} = \frac{3}{2}$. Значит, соответствующие степени окисления равны 3 и 2. Определим металл.
   $M_2O_3 + 3\,H_2 = 2\,M + 3\,H_2O$;
   $1{,}344 \;/\; 22{,}4 = 0{,}06$ моль;
   Оксида металла было 0,02 моль.
   $3{,}2 \;/\; 0{,}02 = 160$;
   $160 - 48 = 112$.
   Молярная масса металла $= 112 \;/\; 2 = 56$. Это железо.

8. Молекулярная масса 21 означает, что все атомы H и атом C замещены тяжёлыми изотопами. Так как вероятность замещения каждого атома составляет 1/2, то вероятность замещения пяти атомов составляет $(\frac{1}{2})^5 = \frac{1}{32}$.

9. Пусть N — исходное число молекул трития. При распаде образуется $2N$ молекул газа. За один период полураспада распадается $N/2$ молекул и получается $\frac{N}{2} \cdot 2 = N$.
   Всего в смеси находится $\frac{N}{2} + N$ молекул.
   После второго периода полураспада снова распадается половина имеющегося трития, т.е. $\frac{N}{4}$. Остается $\frac{N}{4}$ молекул трития. Получается $\frac{N}{2}$ молекул гелия.
   Общее число молекул в смеси $\frac{N}{4} + N + \frac{N}{2} = \frac{7}{4}N$.
   Давление увеличилось в 7/4 раза. (Период полураспада трития 12,33 года, поэтому можно считать, что температура постоянна).

10. Оставшиеся 7 мл газа — это избыток кислорода. Таким образом, в реакцию вступило 18 мл кислорода и получилось 12 мл CO_2.
    $C_xH_y + (x + y/4)\,O_2 = x\,CO_2 + (y/2)\,H_2O$
    При сгорании 3 мл углеводорода получено 12 мл углекислого газа. Значит $x = 4$.
    $x + y/4 = 18/3 = 6$;
    $y/4 = 6 - 4 = 2$; $\quad y = 8$;
    C_4H_8 .

Критерии оценок конкурса по химии

Задача 1.
8 кл. и мл. — 4 балла (по 1 за вещество);
9–11 кл. — 2 балла (по 0,5 за вещество).

Задача 2.
9 и мл. кл. — 6 баллов;
10–11 кл. — 4 балла.
Если количество атомов в ячейке определено верно — не менее 2 баллов (для всех классов).

Задача 3.
9 кл. и мл. — 5 баллов;
10–11 кл. — 4 балла;
Промежуточные действия, типа выяснения, сколько составит 39 % от 400 — не оцениваются.

Задача 4.
9 кл. и мл. — 4 балла (P_2O_5 и Cl_2O_7 — по 1,5 балла с реакциями);
10–11 кл. — 2 балла.

Задача 5.
10 кл. и мл. — 5 баллов;
11 кл. — 4 балла.

В том числе (для всех классов):
за объяснение, как узнать плотность раствора соли — 1 балл;
за ответ дополнительный вопрос — 1 балл.

Задача 6.
7–10 кл — 5 баллов;
11 кл. — 4 балла.
Только правильное уравнение реакции — 1 балл (все классы).

Задача 7.
Все классы — 5 баллов (за полностью правильное решение).

Задачи 8, 9, 10.
Все классы — 6 баллов (за полностью правильное решение).

Наилучший результат на конкурсе по химии, с большим отрывом от остальных участников, показал Панищев Роман, ученик 11 класса школы № 827 г. Москвы, правильно решивший все 10 задач.

Конкурс по биологии

Вопросы и задания по биологии для Турнира Ломоносова подготовлены биологическими классами школы № 520 г. Москвы.

Вопросы и задания

1. Как отличается поведение кошек и собак? С чем это связано?

2. На биологической экскурсии вы обнаружили неизвестный ранее организм; при внимательном изучении оказалось, что рта у организма нет. Как могло бы питаться это существо? По каким внешним признакам можно об этом судить?

3. Какие из перечисленных признаков пригодились бы растениям из засушливых мест? Почему вы так думаете? Назовите известные растения с такими признаками.

- отсутствие листьев	- толстые мясистые листья
- луковица	- опушение на листьях и стеблях
- толстый эпидермис	- тонкие крупные листья
- эфирные масла в побегах	- листья с оттянутыми кончиками
- восковой налёт	- тонкие вьющиеся стебли
- колючки вместо листьев	- яркие сочные плоды
- толстый зелёный стебель	- стебель с воздушными полостями
- неяркий венчик	- многочисленные листья
- сухие летающие плоды	- душистые цветки, открывающиеся ночью

4. Где в клетке „работает“ мембрана? Какие особенности её строения при этом используются? Все ли мембраны в клетке одинаковы?

5. *Номер задания пропущен по ошибке.*

6. Какое значение в жизни растений может играть яркая окраска плодов, цветов, листьев? Назовите, если возможно, вещества, которые обусловливают яркую окраску разных частей растения?

7. Как вы знаете, информация о структуре белков закодирована в структуре ДНК. Она переписывается на молекулу информационной РНК, которая транспортируется в цитоплазму, и там на её основе синтезируется белок. Оказалось, однако, что многие белки затем транспортируются обратно, в ядро. Как вы думаете, что они там могут делать? Почему они не синтезируются в ядре?

8. В Центральной Африке в ряде близко расположенных деревень у жителей обнаружена неизвестная ранее болезнь. Вы приехали в этот район в составе экспедиции Всемирной Организации Здравоохранения в качестве эпидемиолога. Ваша цель — выяснить причину заболевания. Каков план ваших действий?

9. Известно, что срубленное дерево не гниёт в двух случаях: если сохраняется в совершенно сухом месте или если оно полностью утоплено в воде. Как это объяснить?

10. Как могли бы питаться птицы с такими клювами?

11. На Земле есть места, где никогда не растёт лес, это — тундра, степи. Есть такие места и в средней полосе России — под городом Владимиром, так называемое Владимиро-Суздальское ополье. Каковы могут быть причины (или причина) такого безлесья?

Ответы на вопросы конкурса по биологии

Вопрос 1. *Как отличается поведение кошек и собак? С чем это связано?*

Домашние собаки по своему происхождению — стайные животные. Это свойство заложено в их генах и в значительной мере определяет их поведение. Человека-хозяина собака воспринимает как вожака стаи, которому необходимо подчиняться.

Домашние кошки, напротив, по-видимому, произошли от животных, ведущих индивидуальный образ жизни. Они охотятся в одиночку, что определяет их гораздо более независимый характер.

Каждый, кто наблюдал за кошками и собаками, может вспомнить много мелких черт их поведения, связанных с особенностями их происхождения.

Кроме того, человек одомашнивал этих животных с разными целями. Собака нужна была как помощник на охоте, в качестве сторожа, пастуха, даже няньки. Во всех этих случаях собака должна хорошо понимать команды человека, поэтому вёлся отбор наиболее послушных и сообразительных животных. Перед кошками таких задач не ставили — была бы ласковой, да ловила бы мышей, причём самостоятельно. Поэтому отличия в поведении этих животных так заметны.

Вопрос 2. *На биологической экскурсии вы обнаружили неизвестный ранее организм; при внимательном изучении оказалось, что рта у организма нет. Как могло бы „питаться“ это существо? По каким внешним признакам можно об этом судить?*

В этом вопросе под словом „рот“ следует понимать ротовое отверстие в самом широком смысле этого слова. Поэтому не могут считаться правильными любые ответы, в которых говорится о том, что „вместо рта — хоботок, которым животное всасывает пищу“ и т. п.

Поскольку никак не ограничен круг организмов, то можно предположить, что встреченное существо относится к такой группе, которой в принципе не присуще питание через рот. В первую очередь это растения, питающиеся за счёт фотосинтеза, и грибы, которые питаются сапротрофно, т. е. получают из окружающей среды органические вещества, всасывая их всей поверхностью мицелия. Внешние признаки и растений, и грибов достаточно известны. В ответах школьников довольно часто встречались растения, а вот про грибы вспоминали гораздо реже.

Другой пример, часто встречавшийся в работах школьников, это „существо, вроде амёбы“. Действительно, среди одноклеточных организмов подавляющее большинство не имеет рта, а если даже и имеется т. н. „клеточный рот“, он вряд ли может считаться настоящим ротовым отверстием. Правда, большинство одноклеточных так малы, что их вряд ли можно просто так обнаружить на экскурсии. Но, поскольку в вопросе ничего не было сказано о размерах организма и методах его обнаружения, такие ответы также принимались.

Труднее придумать животных, которые могли бы обходиться без ротового отверстия. Однако и здесь возможны некоторые варианты. В первую очередь таким образом могли бы питаться (и питаются на самом деле) паразиты, живущие в кишечнике других животных. Они могут использовать для питания уже переваренные организмом-хозяином вещества, всасывая их всей поверхностью тела.

Некоторые организмы существуют за счет симбионтов, которые находятся внутри их тела. Такими симбионтами, как правило, являются автотрофные простейшие и бактерии. Так питаются, например, живущие в глубинах моря вестиментиферы.

Другая возможность — наружное пищеварение, при котором пища переваривается вне организма животного, а затем поглощается им. Правда животные, питающиеся таким путём, как правило, рот все-таки имеют, а вот насекомоядные растения, вроде росянки, именно так и поступают, поэтому такой ответ тоже считался верным.

Наконец, возможен случай, когда организм, хотя и является многоклеточным, поглощает пищу путём фагоцитоза, для чего имеются специальные клетки, каждая из которых способна захватывать пищевые частицы, переваривать их и передавать часть питательных веществ другим клеткам организма.

Вопрос 3. *Какие из перечисленных признаков пригодились бы растениям из засушливых мест? Почему вы так думаете? Назовите известные растения с такими признаками.* Перечень признаков смотрите в условии на стр. 43

Растениям из засушливых мест приходится приспосабливаться к недостатку воды, бороться с её чрезмерным испарением и, конечно же, с высокими температурами и избытком солнечного света.

Сохранить воду помогает такие признаки как отсутствие листьев, колючки вместо листьев (это уменьшает площадь поверхности растения — поверхности испарения); с этими признаками часто сочетается наличие у растения толстого зелёного стебля. Он не только берёт на себя функцию листьев, но ещё и является местом хранения воды, у других растений эту же роль играют толстые мясистые листья.

Особое изобретение природы — луковица, защищённая плотными сухими чешуями. Она не только сохраняет запас воды, но и защищает почки растения в состоянии покоя в самые сухие и жаркие месяцы года.

Эфирные масла, опушение на листьях и стеблях, восковой налёт препятствуют испарению воды, отражают и рассеивают солнечные лучи. Опушение может создавать теплоизолирующую оболочку вокруг растения, это полезно и при перегреве, и при значительных перепадах температур.

Отдельно следует сказать о душистых цветках, открывающихся ночью. Сам по себе этот признак не помогает существовать в засушливых местах, но облегчает опыление растений в часы, когда наиболее активны опылители, избегающие дневной жары. Если автор ответа объяснял, какие преимущества в засушливых местах даёт этот признак, то ответ засчитывался положительным.

Неяркий венчик, сухие летающие плоды, яркие сочные плоды — помогают распространению семян. Эти признаки можно обнаружить у растений, обитающих в самых различных климатических условиях.

Такие признаки как тонкие крупные листья и стебли, многочисленные листья, листья с оттянутыми кончиками, стебли с воздушными полостями как правило обнаруживаются у растений влажных местообитаний.

Вопрос 4. *Где в клетке „работает“ мембрана? Какие особенности её строения при этом используются? Все ли мембраны в клетке одинаковы?*

Основа любой мембраны — плёнка, толщиной в две молекулы липидов. Она отделяет клетку от окружающей среды, и внутри клетки мембрана разделяет цитоплазму на отдельные участки: органоиды и цитоплазму, да и сама цитоплазма оказывается разграничена мембраной эндоплазматической сети. Ядро клетки, митохондрии и пластиды окружены двухслойной мембраной.

Образование пленки — одно из свойств мембраны, основано на том, что липиды не растворимы в воде, их заряженные участки поворачиваются к воде, а незаряженные — друг к другу, стремясь оказаться от воды как можно дальше и препятствуя растворению или смешиванию.

Мембрана не только изолирует клетку и её участки друг от друга, но и обеспечивает узнавание различных веществ, проведение их в клетку или из клетки. За это ответственны вещества, связанные с липидным слоем, — это белки и углеводы. Белков много (они почти полностью закрывают липидный слой) и очень разнообразны. Большая часть мембранных белков — ферменты-биокатализаторы, они во много раз ускоряют протекание какой-то определённой химической реакции. Для одних это — проведение в клетку или из неё определенных веществ, для других — передача в клетку или на наружную сторону мембраны какого-то сигнала, как правило во всех этих реакциях „работает" такое свойство, как возможность белков изменять свою пространственную структуру (конформацию) в ответ химическое или физическое изменение среды. Это свойство белков используется в клеточном транспорте, получении клеткой информации через рецепторы, это же свойство белков „работает" во внутренних мембранах хлоропластов и митохондрий — местах прохождения реакций фотосинтеза и дыхания.

Некоторые белки мембраны химически более инертны, они могут выполнять структурные функции, вступая во взаимодействие с цитоскелетом.

Такие функции клеточной мембраны как пино- и фагоцитоз обеспечиваются как нерастворимостью и текучестью липидов, так и химической активностью белков-ферментов.

И наконец, ещё одно свойство мембран — мембраны разнообразны. Мембрана клетки отличается от мембраны любого органоида; внутренние мембраны ядра, пластид и митохондрий отличаются от наружных — они участвуют совсем в иных процессах, их осуществляют совсем другие белки; эндоплазматическая сеть может быть гладкой или шероховатой в зависимости от того, есть ли на ней рибосомы, участвует ли этот участок мембраны в образовании пузырьков и транспорте белков. Это разнообразие клеточных мембран обеспечивается огромным разнообразием белков, входящих в состав мембран. В некоторых случаях мембранных белков может и не быть вовсе, как, например, на внутренней стороне мембраны лизосом.

Вопрос 6. *Какое значение в жизни растений может иметь яркая окраска плодов, цветов, листьев? Назовите, если возможно, вещества, которые обусловливают яркую окраску цветов, плодов, листьев.*

Яркая окраска плодов бывает обычно у тех растений, которые имеют сочные плоды с твердыми семенами внутри. Такие плоды поедаются животными, сочная оболочка переваривается, а семена выбрасываются с помётом. Это позволяет растениям распространять свои семена. Есть даже растения, которые без обработки их семян ферментами кишечника вообще не прорастают.

Яркая окраска цветов нужна для привлечения насекомых-опылителей, которые осуществляют перекрестное опыление.

Что же касается листьев, то чаще все они ярко окрашены в тех случаях, когда принимают на себя роль венчика цветка, окружая мелкие и невзрачные цветки. Осенняя желтая и красная окраска листьев не имеет специального назначения, а просто является следствием разрушения в листьев хлорофилла, который летом маскировал желтые и красные пигменты.

Есть два класса веществ, преимущественно обусловливающих яркую окраску растений. Первые жирорастворимы и окрашены в жёлто-красной гамме — это каротиноиды. Ими окрашены корень моркови, красная кожура яблок, желтые лепестки лютиков и др. Вторые растворимы в окрашены в красно-синие тона и обладают свойством менять окраску в зависимости от кислотности среды. По химической природе они напоминают лакмус. Ими окрашены корень свеклы, лепестки медуницы и незабудки и т. п.

Вопрос 7. *Как вы знаете, информация о структуре белков закодирована в структуре ДНК. Она переписывается на молекулу информационной РНК, которая транспортируется в цитоплазму, и там на её основе синтезируется белок. Оказалось, однако, что многие белки затем транспортируются обратно в ядро. Что они там могут делать? Почему они не синтезируются в ядре?*

Белки синтезируются на рибосомах, которые находятся в цитоплазме. Поэтому синтез белков в ядре невозможен.

Сами же белки исполняют в ядре множество функций: удваивают ДНК, участвуют в синтезе РНК, входят в состав хромосом и т. д., поэтому им необходимо, синтезировавшись в цитоплазме, транспортироваться в ядро.

Вопрос 8. *В Центральной Африке, в ряде близко расположенных деревень у жителей обнаружена неизвестная до сих пор болезнь. Вы приехали в этот район в составе экспедиции Всемирной Организации Здравоохранения в качестве эпидемиолога. Ваша цель — выяснить причину заболевания. Каков план ваших действий?*

Во-первых, нужно обследовать больных, сделать все необходимые анализы и, описав болезнь, сравнить с уже известными заболеваниями, имеющими похожие симптомы. Возможно, это позволит сразу выявить природу заболевания.

Во-вторых, нужно расспросить жителей, давно ли появилась эта болезнь, и с чем они её связывают.

В-третьих, нужно выяснить не заразна ли эта болезнь, и если да — то каким образом она передаётся. На этом этапе могут потребоваться изучение воды, животных — потенциальных переносчиков возбудителя и т. п. Следует попытаться выделить возбудителя. Если болезнь не заразна, надо постараться выяснить, с какими физическими и химическими явлениями совпало её появление.

Предложения сжечь деревни и всех заболевших жителей поместить в резервацию не только являются негуманными и нелепыми, но и не дают возможности решить проблему.

Вопрос 9. *Известно, что срубленное дерево не гниет в двух случаях: если сохраняется в совершенно сухом месте, или если оно полностью утоплено в воде. Как это объяснить?*

Гниение древесины есть следствие работы микроорганизмов, которые нуждаются для своей жизнедеятельности как в кислороде, так и в воде. Если одного из этих компонентов недостает, микроорганизмы не могут жить, а следовательно — не разлагают древесину.

Вопрос 10. *Как могли бы питаться птицы с такими клювами?* (см. рисунок в условии на стр. 44)

Слева направо:

1. Попугай. Обитает в тропиках. Толстый высокий клюв, надклювье подвижно сочленено с лобными костями. Птица может долбить очень твёрдые плоды. При лазании хватается клювом за ветви.

2. Орёл. Хищник. Клюв приспособлен для разделки мяса.

3. Утка. С помощью клюва процеживает воду, поедая планктон и др. мелкие частицы.

4. Клёст. Питается семенами хвойных деревьев (ель, лиственница, сосна). Клюв приспособлен для лущения их шишек. Также с помощью клюва клёст перемалывает семена для выкармливания птенцов.

5. Колибри. Обитают в центральной и Южной Америке. Питаются цветочным нектаром. Внутри клюва расположен длинный трубчатый язык. Птица на лету зависает около цветка, не садясь на него, и с помощью клюва и языка высасывает нектар (подобно насекомому). Колибри действительно имеют небольшие размеры: от крупного шмеля (самый мелкий вид птиц на Земле) до ласточки.

6. Зерноядная или насекомоядная птица.

Вопрос 11. *На Земле есть места, где никогда не растет лес, это — тундра, степи, пустыни. Есть такие места и в средней полосе России — под городом Владимиром — так называемое Владимиро-Суздальское ополье. Каковы могут быть причины (или причина) такого безлесья?*

Распространение леса не зависит, по-видимому, ни от температуры воздуха (в тайге холодно, а в тропическом лесу жарко), ни от светового режима. Скорее всего произрастание лесов находится в прямой зависимости от состояния почвы, в первую очередь — водного режима. Тогда понятно, что вечная мерзлота тундры, сыпучесть песков, вода болот или сухость степей — разнообразные причины одного и того же явления — отсутствия лесов.

Однако нельзя забывать и о влиянии человека, который сотни лет распахивая землю и выпасая скот, часто сводит леса, которые потом не восстанавливаются.

Конкурс по истории

Автор заданий и решений — Сергей Георгиевич Смирнов, ведущий научный сотрудник ИИО РАО.

Вопросы и задания

1. Юбилеи каких замечательных событий (кратные 100 годам) можно отметить в 1998 году?

2. В 17–18 веках в Европе возникли 4 прославленные академии наук. Где и когда они возникли? Кто из известных математиков стал первым членом **двух** из этих академий? Кто стал первым членом **трёх** из них? Кто — первым членом всех **четырёх** академий?

3. Укажите связи между научными открытиями Михаила Ломоносова и Джемса Кука. Составьте цепочку из общих знакомых между ними.

4. Перечислите 7 самых важных событий или процессов, происходивших в 19 веке.

5. Составьте перечень известных деятелей, знакомых с Сергием Радонежским. Кто из них был его другом, врагом, коллегой, учеником, соперником? Какие дела объединяли или сталкивали их между собой?

6. Перечислите известных вам деятелей Конкисты. Кто из них чем прославился?

7. Укажите государственных деятелей из других стран и времён, подобных Ивану Калите. Что общего в задачах, которые они решали, и в результатах их деятельности?

8. Составьте откровенный отзыв Сталина о Гитлере (или наоборот) — с указанием точной **даты**, когда составлялся этот отзыв.

9. Чем прославлены в археологии и в истории следующие места: Богазкёй, Буреть, Гиссарлык, Гнёздово, Дзибильчальтун, Каракорум, Кармир-блур, Мальта, Мохенджо-даро, Навкратис, Ниса, Накш-и-Рустам, Сунгирь, Тель-эль-Амарна, Тилля-тепе, Толстая Могила, Хараппа, Чаталь-гююк, Чжоукоудянь?

10. Назовите имена ученых, впервые расшифровавших древнейшие письменности разных народов Земли.

11. Найти в тексте исторические ошибки.

Архимед
(текст с ошибками)

Утро мартовских ид 105 года эры Александра не предвещало ничего замечательного. Как обычно, в Остии — порту Сиракуз — шла разгрузка очередных караванов. Скифы привезли на продажу понтийскую пшеницу, а египтяне — рис, который они научились выращивать у индийцев, покорённых великим Александром. На одном из египетских кораблей прибыл дорогой гость — Эратосфен, старый друг Архимеда, ставший директором Александрийского Музея.

Десять лет друзья не виделись — лишь обменивались письмами, сообщая о самых свежих научных открытиях. И вот пришла пора сравнить результаты двух ведущих школ греческого мира: Александрийского Ликея и Сиракузской Академии. Эратосфена сопровождает весь цвет учёной молодёжи Египта: Конон, Герон, Диофант и другие, пока известные в Сиракузах только по именам. Конечно, прежде всего разговор пойдёт о геометрии. Александрийцы пришли в восторг от теоремы Архимеда об объёме шара и хотят, чтобы автор изложил во всех подробностях свой „метод песчинок“ — неожиданную смесь геометрии с арифметикой, которая обещает ещё более ценные плоды.

Если Архимеда именуют „царём геометров“, то Эратосфен — король старой арифметики и новой алгебры. Он сумел сделать то, что не удалось великому Пифагору: нашёл 311 целочисленных прямоугольных треугольников и доказал, что других не бывает!

Заодно Эратосфен увлёкся простыми числами, на которых, по мнению Пифагора, держится весь мир. Он доказал, что их множество бесконечно, а теперь ищет общую формулу простого числа. В этих поисках Эратосфен столкнулся с „близнецами“ — парами и тройками простых чисел, стоящими подряд. Очень важно понять: конечно их множество, или нет? Если оно бесконечно, то никакая формула-многочлен не может задать все простые числа! Значит, придётся изобрести какие-то новые функции, которые стремятся к бесконечности не монотонно, а как бы по ступенькам ... Тут есть о чём подумать лучшим математикам Средиземноморья!

Но не одной математикой увлекаются ученые мужи Александрии. Есть ещё химия: древнее искусство египтян превращать одни вещества в другие. Конечно, всякий металлург может назвать себя химиком — раз он выплавляет из руд медь или платину. Но превратить тела моллюсков в алую краску, или обычное вино — в горючую жидкость — это под силу только мастерам древней страны Кемт и их греческим ученикам! Возможно, этот путь поможет описать все множество природных стихий — от всем понятной воды до загадочного апейрона, который безуспешно искали Пифагор и Евклид.

Недавно Архимеда посетила неожиданная мысль на этот счёт. Известно, что любой металл (кроме золота) можно испортить, погрузив в уксус. И напротив — металлург наполняет печь углём, который отнимает порчу у руды, превращая её в металл. Не значит ли это, что все камни суть металлы, испорченные уксусом и другими кислотами? Надо только научиться возвращать металлам их благородный блеск, нагревая в жарком пламени! Пример тому — Солнце, которое жарче всего на свете и потому состоит из золота. С тех пор, как Аристарх доказал, что Солнце стоит в центре мироздания, каждому мудрецу ясно: все планеты произошли от Солнца, а все вещества — из солнечного золота, путём его порчи при охлаждении. Значит, в каждом камне таится золото! Порою оно проглядывает в форме блеска, или сверкает искрами при ударе камня о камень ...

Все эти догадки надо обсудить с Эратосфеном. Если они верны и если удастся выделить в чистом виде ту стихию, которая способна испортить даже золото — тогда химия станет столь же точной наукой, как арифметика, а стихии будут играть в ней роль простых чисел! Уж тогда мы узнаем форму атомов разных стихий: сбудется вековая мечта Платона!

Увы, большая часть этих учёных надежд не сбылась, ибо научную встречу эллинов в Сиракузах оборвали боевые действия. Римский флот под командой Аттилия Регула осадил Сиракузы с требованием, чтобы царь Дионисий встал на сторону Рима в его борьбе с Ганнибалом. Уничтожив при Каннах римскую армию Сципиона, свирепый вождь финикийцев осадил Рим — и теперь римляне пытались отрезать Ганнибала от подкреплений, которые шли к нему из Африки через Сицилию. Так невезучий остров вновь стал ареной войны между чужеземными армиями.

Правнук великого Александра — царь Филипп, занятый войною с грозным Пирром, не успел помочь грекам Сицилии в их беде. В конечном счёте финикийская армия была уничтожена молодым римским полководцем Серторием. Повторно осадив Сиракузы, он потребовал выкуп за гибель невезучего Аттилия Регула. Пусть славный Архимед со всеми учениками переселится в Рим, подобно Евклиду — иначе Сиракузы будут разрушены, а всех жителей ожидает рабство!

Старый патриот Архимед хотел покончить с собою — но сограждане упросили его пожертвовать своей честью ради их счастья. Так греческая учёность вынужденно перенеслась из Сицилии в Рим. Став не только сильнейшим, но и учёнейшим городом Италии, Рим сделал последний решающий шаг на пути к мировому господству. Славная Александрия хранила свою независимость в течение ещё одного поколения — до кончины Эратосфена; затем её постигла судьба Сиракуз. В результате внук Эратосфена — Полибий — сделался римским учёным. Он написал историю войн римлян за сплочение Средиземноморья в нерушимую империю, которая процветала в течение семи веков.

Решения задач конкурса по истории

(с комментариями жюри)

В турнире участвовало около 2000 школьников, из них в конкурсе по истории — 284 человека. В их числе 15 удостоены премий, 47 — похвальных отзывов, ещё 67 — **условных** отзывов, которые выдаются, если участник сделал что-то заметное ещё и по другим наукам. Таким образом, почти половина участников конкурса сделала нечто стоящее — либо за счёт эрудиции, либо (реже) за счёт качества научного мышления.

Не удивительно, что все премии достались ученикам известных школ, гимназий и лицеев: 57, 91, 325, 444, 1199, 1201, 1508, 1510, 1543, 1567. Приятно, что среди лауреатов 1998 года есть ветераны прошлого года — но ещё приятнее, что большинство нынешних лауреатов впервые изведали вкус премии. Значит, контингент турнира Ломоносова в каждом году — только вершина айсберга, а всего в Москве наберется в 5-10 раз большее число активных и смышленых школьников. Труднее понять, почему в этом году треть премий досталась ученикам одной школы № 57: в прошлые годы конкуренция среди гимназий была острее и интереснее. Не сыграл ли особую роль тот факт, что школа № 57 устроила у себя вечерний кружок, открытый для будущих гуманитариев со всей Москвы? Спасибо учителям истории, которые наладили это дело: С. И. Каспе, А. И. Петроковскому, Б. М. Меерсону !

1. Юбилеи каких замечательных событий (кратные 100 годам) можно отметить в 1998 году?

1898	первый съезд РСДРП в Минске
1798	египетский поход Бонапарта
1698	возвращение Петра из Европы; стрелецкая казнь
1598	Борис Годунов взошёл на трон
1498	Васко да Гама достиг Индии
1398	Тимур завоевал Индию
1198	Иннокентий 3 стал римским папой
898	мадьяры переселились в Венгрию
498	Хлодвиг принял крещение
98	Траян стал императором
−202	Сципион победил Ганнибала при Заме

В ответах школьников отразилось немалое разнообразие их исторических вкусов. Например, 1898 год связывали со съездом РСДРП, со введением золотого стандарта рубля, даже с юбилеем Набокова! 1798 год был связан не только с египетским походом Бонапарта, но и с экспедицией Ушакова в Ионию. Похвальная широта кругозора! Характерно, что 1698 год многие школьники связали с возвращением Петра из Великого посольства, меньшее число — с последним стрелецким бунтом, но никто — со стрелецкой казнью. Можно похвалить столь явную неохоту подчёркивать людоедские детали российской и зарубежной истории!

Дата (1598) не вызвала разногласий: либо конец династии Рюриковичей, либо восшествие на трон Бориса Годунова. Увы — никто не вспомнил Нантский эдикт Генриха 4! Иное дело — 1498 год: тут многие назвали **третье** путешествие Колумба, но почти никто не вспомнил достижение Индии Васко да Гамой. К сожалению, заморские успехи испанцев заслоняют во мнении российских школьников сходные достижения португальцев ...

Средневековые даты образуют зияющий провал. Никто не вспомнил крещение Хлодвига (498), переселение мадьяр в Венгрию (898) или восшествие Иннокентия 3 на папский трон (1198). Зато крещение Руси многие школьники охотно сдвинули на 10 лет вперёд — ради круглой даты!

Приятно отметить, что несколько школьников вспомнили две античные даты: последнюю битву Ганнибала при Заме (-202 год) и восшествие Траяна на имперский трон (98 год). Все же античная история помнится даже через много лет после её изучения!

2. В 17–18 веках в Европе возникли 4 прославленные академии наук. Где и когда они возникли?
Кто из известных математиков стал первым членом **двух** *из этих академий?*
Кто стал первым членом **трёх** *из них?*
Кто — первым членом всех **четырёх** *академий?*

А. Королевское Общество в Лондоне (1662 год).
Б. Парижская Академия Наук (1666 год).
В. Прусская Академия Наук в Берлине (1700 год).
Г. Российская Академия Наук (1725 год).

Первый член (А) и (Б), президент (Б) — Христиан Гюйгенс.
Первый член (А), (Б) и (В), президент (В) — Готфрид Лейбниц.
Первый член (А), (Б), (В) и (Г) — Даниил Бернулли.

Более 15 участников турнира верно назвали 4 академии. Но верно угадать все три персоны учёных не сумел никто — хотя было немало удачных догадок. Ближе всех к истине оказался Пётр Попов из 1508 гимназии: он предложил Ньютона, Лейбница и Эйлера.

Лейбниц угадан верно: он в 1700 году стал первым президентом Берлинской академии, уже будучи членом Лондонского Общества и Парижской Академии. Но Ньютон не был первым членом двух академий: его опередил его старший друг Гюйгенс, который был в числе членов-учредителей Королевского Общества и стал первым президентом Парижской Академии. Аналогично, Эйлера опередил его старший друг — Даниил Бернулли. Он приехал в Россию одновременно с Эйлером, но покинул её раньше — и потому раньше удостоился на западе всех возможных научных почестей.

3. Укажите связи между научными открытиями Михаила Ломоносова и Джемса Кука. Составьте цепочку из общих знакомых между ними.

1. Ломоносов разработал программу исследования полярных морей и прохождения Северного морского пути вокруг Азии.

Кук первый обошел Южный полюс в полярных широтах (не достигнув Антарктиды) и пытался проникнуть в Северный Ледовитый океан через Берингов пролив — с целью обогнуть Америку с севера.

Кроме этого, Ломоносов (в 1761 году) и Кук (в 1768 году) наблюдали прохождение Венеры по диску Солнца.

2. Цепь знакомых: Ломоносов — Екатерина 2 — Дидро — Банкс (натуралист на судне Кука „Endeavour“) — Кук.

Первое задание никто не выполнил целиком — хотя многие вспомнили ломоносовский проект освоения Сибири через Северный Морской Путь вокруг Евразии. Но немногие школьники помнят о втором путешествии Кука — вокруг Антарктиды (которую он не сумел увидеть с дальних подступов), и никто не знает инструкцию Адмиралтейства к третьему путешествию: отыскать морской путь вокруг северного побережья Америки! Это поручение не было выполнено: сначала льды помешали Куку войти в Берингов пролив, а потом Кук был убит на Гавайях.

Ни один школьник не вспомнил о прохождении Венеры по диску Солнца: в 1761 году Ломоносов наблюдал это явление из Петербурга, а в 1768 году Кук повторял наблюдение в Тихом океане. Увы — астрономия остается самой пренебрегаемой ветвью физики в нашей школе! Текст об Архимеде (см. ниже) выявил массовое незнание школьниками того факта, что гелиоцентрическую систему Вселенной впервые выдвинул Аристарх, а не Коперник.

Что касается цепи из общих знакомых между Ломоносовым и Куком, то многие школьники предложили схему: Кук — король Георг 3 — английский посол в Петербурге — Екатерина 2 — Ломоносов. Есть и иная возможность: Ломоносов — Екатерина 2 — Дидро — Банкс — Кук. Дело в том, что натуралист Банкс (спутник Кука в первом путешествии) был знаком с великим просветителем, который посетил Россию после завершения своей Энциклопедии (и после смерти Ломоносова).

4. Перечислите 7 самых важных событий или процессов, происходивших в 19 веке.

Рождение и гибель империи Наполеона.
Освобождение Латинской Америки от власти Испании.
Война между Севером и Югом в США.
Реформы Александра 2 в России.
Объединение Германии Бисмарком.
Реформа Мэйдзи в Японии.
Развитие электроэнергетики и электросвязи.

Здесь испытанию подверглась не столько эрудиция школьников, сколько их научный вкус. Большинство ответов включало минимум очевидно важных событий: Наполеоновские войны, объединение Германии, освобождение крестьян в России, войну между Севером и Югом в США, промышленный переворот в Англии. Сверх этого, многие школьники предложили оригинальные новинки мирового значения: изобретение электросвязи (телеграф — телефон — радио), расцвет русской литературы (спасибо Пушкину и его близкому юбилею!), а также рождение египтологии, революционную деятельность Гаусса в математике и Фарадея — в физике. Как видно, участники турнира Ломоносова — действительно рыцари многих качеств, ценящие культуру и науку не ниже политических успехов!

5. Составьте перечень известных деятелей, знакомых с Сергием Радонежским. Кто из них был его другом, врагом, коллегой, учеником, соперником? Какие дела объединяли или сталкивали их между собой?

Партнёры Сергия в церкви:
игумен Стефан (брат, коллега и соперник);
митрополит Алексий (начальник и друг);
епископ Дионисий Нижегородский (коллега и соперник);
Федор Симоновский, Андроник и Стефан Пермский (ученики-игумены);
патриарх Филофей Коккин, игумен Григорий Палама (союзники в Византии);
протопоп Митяй (враг);
митрополит Киприан (союзник, но не друг);
Епифаний (ученик и биограф);
Андрей Рублёв (ученик).

К сожалению, абсолютное большинство школьников смогло назвать только Дмитрия Донского — иногда с добавлением Пересвета и Осляби. Но нашлось немало приятных исключений, которые трудно объяснить. Так, более 10 школьников назвали Стефана — брата Сергия, указав, что тот был его соперником на посту игумена Троицы. Несколько человек назвали ученика и биографа Сергия — Епифания Премудрого. Из других учеников называли Стефана Пермского, Андроника, Андрея Рублёва и даже Фёдора Симоновского — с указанием, что тот был племянником Сергия! Видно, что многие московские учителя истории считают Сергия культурным героем первой величины, и не согласны с мнением на этот счёт авторов массового учебника — Л. А. Кацвы и А. Л. Юрганова. Жаль, что те же учителя поскупились рассказать ученикам о митрополите Алексии: имя „русского Ришелье“ назвали только 3 участника турнира, имя Дионисия Нижегородского — лишь один участник. А ведь многие учителя и родители читают романы Д. М. Балашова!

6. Перечислите известных деятелей Конкисты. Кто из них чем прославился?

Принц Энрике и король Жоао 2 — организаторы Конкисты в Португалии. Короли Фернандо Арагонский и Изабелла Кастильская — организаторы Конкисты в Испании.

Христофор Колумб (открыл путь в Америку).
Бартоломеу Диаш и Васко да Гама (открыли путь в Индию).
Васко Нуньес де Бальбоа (первый пересёк Америку и увидел Тихий океан).
Фернандо Магеллан (первый пересёк Тихий океан и открыл Филиппинские острова).
Франсиско Орельяна (первым проплыл по Амазонке).

Альфонсу Альбукерке (разгромил флоты мусульман в Индийском океане и открыл все гавани Индии для португальцев).
Эрнандо Кортес (завоевал царство ацтеков в Мексике). Франциско Писарро (завоевал царство инков в Перу).
Гонсало Кесада (завоевал царство муисков в Колумбии).
Франциско Монтехо (покорил княжества майя на Юкатане).

Очень многие школьники назвали Кортеса и Писарро, верно указав их завоевания. Третье место занял Бальбоа — открыватель Тихого Океана, четвёртое — Магеллан, впервые пересекший его. Зато Орельяну на Амазонке вспомнили очень немногие — и лишь трое заметили, что Фернандо и Изабеллу можно считать „заказчиками" Конкисты! К сожалению, никто не догадался присоединить к числу активных властителей императора Карла 5, португальского принца Энрике и короля Жоао 2. И никто не назвал отважных португальских капитанов: Бартоломеу Диаша, Васко да Гаму, Альфонсо Альбукерке — покорителя Индийского Океана.

7. Укажите государственных деятелей из других стран и времён, подобных Ивану Калите. Что общего в задачах, которые они решали, и в результатах их деятельности?

Иван Калита поднял Московское княжество из ничтожества к могуществу, сочетая мудрую умеренность в экономике и законодательстве с жёсткой и хитрой политикой.

В Англии сходную роль сыграли короли Генрих 2 (12 в.) и Генрих 7 (16 в.).
Во Франции — короли Филипп 2 Август (13 век) и Людовик 11 (15 век).
В Испании — короли Фернандо и Изабелла (15 век).
В Германии — канцлеры Бисмарк (19 век), Аденауэр и Коль (20 век).

При решении этой задачи эрудиция школьников была гораздо менее важна, чем культура их исторического мышления. Приятно отметить, что такой культурой обладают многие „незнайки", которых никак нельзя назвать невеждами. Хотя многие готовы уподобить Калите любых удачливых правителей, создавших великие державы (вплоть до Александра Македонского!) — но немало нашлось учеников, верно оценивших тихое и скрытное „собирательство" Калиты. На этом основании в ряд его аналогов встали первые консулы Римской Республики, а также Филипп 2 Македонский и Гиерон Сиракузский, который долго и успешно балансировал между Эпиром, Римом и Карфагеном.

Из деятелей нового времени были по заслугам названы Фридрих Вильгельм Прусский (отец Фридриха 2), а также германские канцлеры: Бисмарк и Коль (к сожалению, никто не вспомнил хитрейшего Аденауэра). Из средневековых правителей с Калитою сравнивали Филиппа 2 Августа и Людовика 11 (вариант написания — Луи 11) во Франции, Генриха 2 и Генриха 7 в Англии — тех, что поднимали своё отечество из разрухи гражданских войн.

Но совсем неожиданным аналогом Калиты стала Клеопатра, которая долго и удачно стравливала Антония с Октавианом, чтобы помешать объединённому Риму поглотить ослабевший Египет. Пожалуй, сам Иван Данилович не возразил бы против такого уподобления своего диалога с ханами Орды!

8. Составьте откровенный отзыв Сталина о Гитлере (или наоборот) — с указанием точной **даты**, *когда составлялся этот отзыв.*

К сожалению, немногие школьники сочинили умный и **откровенный** отзыв одного диктатора о другом — которого он одновременно ненавидит и уважает, готов учиться разным хитростям у своего партнёра. За эту задачу взялись около 30 школьников: каждый десятый участник исторического конкурса. Две трети составили поверхностные отзывы, где автор только осуждает своего врага. Остальные выразили уважение или даже зависть Сталина к Гитлеру (которому судьба вручила столь послушный и умелый народ), либо Гитлера к Сталину (которому незачем воевать ради жизненного пространства). Прозвучала и мечта Сталина: как бы подольше мирно сосуществовать с умелым владыкой Германии, ради победы над враждебной им обоим Западной Европой! Но самый глубокий отзыв сочинила Наташа Синайская (1522 гимназия), датировав его 1950 годом.

9. Чем известны в археологии и в истории следующие места: Богазкёй, Буреть, Гиссарлык, Гнёздово, Дзибильчальтун, Каракорум, Кармир-блур, Мальта, Мохенджо-даро, Навкратис, Ниса, Накш-и-Рустам, Сунгирь, Тель-эль-Амарна, Тилля-тепе, Толстая Могила, Хараппа, Чаталь-гююк, Чжоукоудянь?

Чжоукоудянь — пещера в Китае, где тысячи лет обитали синантропы.
Мальта, Буреть и Сунгирь — стоянки людей палеолита в Сибири и европейской России.
Толстая Могила — группа скифских курганов на Украине с богатыми захоронениями.
Чаталь-гююк — древнейший город в Малой Азии (ещё без крепостной стены).
Ниса — столица древней Парфии.
Накш-и-Рустам — скальные гробницы персидских царей (Ахеменидов и Сасанидов).
Тель-эль-Амарна — руины столицы фараона Эхнатона.
Тилля-тепе — гробница царей-кочевников Кушан в Афганистане.
Мохенджо-даро и Хараппа — древнейшие города Индии.
Кармир-блур — руины урартской крепости Тейшебаини.
Богазкёй — руины столицы царства хеттов.
Гиссарлык — холм с руинами Трои.
Гнёздово — древнейшее поселение и кладбище близ Смоленска.
Каракорум — руины столицы Чингисхана.
Навкратис — первая греческая колония в устье Нила.
Дзибильчалтун — руины крупнейшего из городов майя на полуострове Юкатан.

Очень многие школьники помнят, что холм Гиссарлык — это развалины Трои. Многие знают, что Каракорум — бывшая столица Чингисхана, а Мохенджо-даро и Хараппа — древнейшие города Индии. Но немногие вспомнили, что Тель-эль-Амарна — современное название руин столицы Эхнатона, а Навкратис — древнейшая колония эллинов в дельте Нила. Несколько человек вспомнили, что Ниса — столица древней Парфии (расположенная в Туркмении), а Чаталь-гююк — руины города в Анатолии, не имевшего стен и более древнего, чем Иерусалим. Очень немногие вспомнили или сообразили, что Толстая Могила — название одного из скифских курганов, а Богазкёй — руины одной из хеттских столиц (в Турции). Один-два человека вспомнили имя пещеры Чжоукоудянь вблизи Пекина, как место обитания синантропов; но гораздо большее число школьников решило, что это — имя одной из столиц империи Хань.

Многих школьников ввело в заблуждение знакомое имя острова: Мальта. Никто не знал, что так называется одна из палеолитических стоянок в Сибири, раскопанная (как и Буреть) А. Окладниковым. Но один из школьников удачно использовал сведения, почерпнутые из телепередачи „Вокруг Света“: в ней говорилось, что на острове Мальта раскопаны неолитические поселения 5 тысячелетия до н. э.

К сожалению, никто из школьников не опознал Сунгирь — ручей и стоянку палеолита близ города Владимира, где найдено захоронение двух мальчиков и вождя с богатым погребальным инвентарём (включая копьё из распрямлённого бивня мамонта). Также никто не опознал Тилля-тепе („Золотой холм“) — группу царских могил династии Кушан в Северном Афганистане, открытую и частично раскопанную В. И. Сарианиди накануне Афганской войны.

Понятно, что никто из школьников не опознал имя заброшенного города майя: Дзибильчальтун. Труднее понять, почему ни один участник турнира не узнал Гнёздово — городище вблизи Смоленска, излюбленное нашими археологами. Жаль также, что некрополь персидских царей Накш-и-Рустам остался не опознан ни одним из юных любителей исторической науки.

10. Назовите имена учёных, впервые расшифровавших древнейшие письменности разных народов Земли.

Шампольон — прочёл египетские иероглифы.
Гротефенд — начал читать персидскую клинопись.
Роулинсон — прочёл полностью персидскую часть Бехистунской надписи Дария 1, и частично — её эламский текст.
Опперт, Толбот и Хинкс — вместе с Роулинсоном начали уверенно читать аккадскую клинопись.
Вентрис — расшифровал линейное письмо „Б“ на Крите.
Грозный — прочёл клинопись хеттов.
Кнорозов — прочёл рукописи майя.

Конечно, большинство школьников назвало Франсуа Шампольона — хотя некоторые нарекли его Шатильоном или даже Шампиньоном. Более

10 участников назвали Г. Гротефенда, начавшего дешифровку персидской клинописи. 5 человек назвали Б. Грозного — дешифровщика клинописи хеттов — и Г. Роулинсона, который прочёл весь персидский текст и часть эламского текста в Бехистунской надписи Дария 1. К сожалению, ни один школьник не вспомнил М. Вентриса, прочитавшего критское (греческое) линейное письмо „Б“. Но два ученика назвали Ю. Кнорозова, прочитавшего рукописи майя. Наконец, один герой — Миша Вогман из 57 школы (который, как выяснилось, недавно сделал соответствующий доклад на школьном кружке) — вспомнил имена всех четырёх участников экзамена 1851 года, когда виднейшие ассириологи (Роулинсон, Толбот, Опперт и Хинкс) переводили незнакомый аккадский текст. Чего только не знают юные гуманитарии нашего времени!

В порядке убывания „популярности“ среди школьников-участников конкурса по истории задачи распределились так: $4, 1, 5, 6, 7, 8, 3, 2, 10, 9$.

Текст с ошибками — ответы и комментарии жюри

Для удобства приводим текст с ошибками ещё раз. Все ошибки выделены *курсивом* и снабжены номерами, соответствующими пунктам пояснения. Неверные утверждения, не имеющие собственных пояснений (например, являющиеся контекстными следствиями других ошибок), отмечены номером 0. Список ошибок по номерам см. на стр. 63

Архимед
(текст с ошибками)

Утро *мартовских*[2] *ид*[2] *105 года эры Александра*[1] не предвещало ничего замечательного. Как обычно, в *Остии — порту Сиракуз*[3] — шла разгрузка очередных караванов. *Скифы привезли*[4] *на продажу*[6] понтийскую пшеницу, а *египтяне — рис*[5], который *они научились выращивать у индийцев*[5], покорённых великим Александром. На одном из египетских кораблей прибыл дорогой гость — Эратосфен, старый друг Архимеда, ставший директором Александрийского Музея.

Десять лет друзья не виделись[7] — лишь обменивались письмами, сообщая о самых свежих научных открытиях. И вот пришла пора сравнить результаты двух ведущих школ греческого мира: *Александрийского Ликея*[8] и *Сиракузской Академии*[9]. Эратосфена сопровождает весь цвет учёной молодёжи Египта: *Конон*[10], *Герон*[11], *Диофант*[12] и другие, пока известные в Сиракузах только по именам. Конечно, прежде всего разговор пойдёт о геометрии. Александрийцы пришли в восторг от теоремы Архимеда об объёме шара и хотят, чтобы автор изложил во всех подробностях свой „метод песчинок“ — неожиданную смесь геометрии с арифметикой, которая обещает ещё более ценные плоды.

Если Архимеда именуют „царём геометров“, то Эратосфен — *король*[14] старой арифметики и новой *алгебры*[13]. *Он сумел сделать то, что не уда-*

лось великому Пифагору: нашёл 311 целочисленных прямоугольных треугольников и доказал, что других не бывает![15]

Заодно Эратосфен увлёкся простыми числами, на которых, по мнению Пифагора, держится весь мир. *Он доказал, что их множество бесконечно*[16], а теперь *ищет общую формулу простого числа*[17]. В этих поисках Эратосфен столкнулся с „близнецами“ — парами и *тройками простых чисел, стоящими подряд*[18]. Очень важно понять: конечно их множество, или нет? (*см. комментарий*[19]) Если оно бесконечно, *то*[0] никакая *формула-многочлен*[17] не может задать все простые числа! Значит, придётся изобрести какие-то новые *функции, которые стремятся к бесконечности*[20] не монотонно, а как бы по ступенькам … Тут есть о чём подумать лучшим математикам Средиземноморья!

Но не одной математикой увлекаются учёные мужи Александрии. Есть ещё *химия: древнее искусство египтян*[21] превращать одни вещества в другие. Конечно, всякий металлург может назвать себя химиком — раз он *выплавляет из руд*[23] медь или *платину*[22]. Но *превратить тела моллюсков в алую краску*[25], или *обычное вино — в горючую жидкость*[24] — это под силу только мастерам древней страны *Кемт*[21a] и их греческим ученикам! *Возможно, этот путь поможет описать все множество природных стихий*[26] — от всем понятной воды до *загадочного апейрона, который безуспешно искали Пифагор и Евклид*[27].

Недавно *Архимеда посетила неожиданная мысль на этот счёт*[28]. *Известно, что любой металл (кроме золота) можно испортить, погрузив в уксус. И напротив — металлург наполняет печь углём, который отнимает порчу у руды, превращая её в металл. Не значит ли это, что все камни суть металлы, испорченные уксусом и другими кислотами?*[29] Надо только научиться возвращать металлам их благородный блеск, нагревая в жарком пламени! Пример тому — *Солнце, которое жарче всего на свете*[30] и потому *состоит из золота*[0]. С тех пор, как Аристарх доказал, что *Солнце стоит в центре мироздания*[0], каждому мудрецу ясно: *все планеты произошли от Солнца*[31], а *все вещества — из солнечного золота, путём его порчи при охлаждении*[0]. Значит, *в каждом камне таится золото! Порою оно проглядывает в форме блеска, или сверкает искрами при ударе камня о камень* … [32]

Все эти догадки надо обсудить с Эратосфеном. Если они верны и если удастся выделить в чистом виде ту стихию, которая способна испортить даже золото — тогда химия станет столь же точной наукой, как арифметика, а стихии будут играть в ней роль простых чисел! Уж тогда *мы узнаем форму атомов разных стихий: сбудется вековая мечта Платона*![33]

Увы, большая часть этих учёных надежд не сбылась, ибо научную встречу эллинов в Сиракузах оборвали боевые действия. *Римский флот под командой Аттилия Регула*[34] осадил Сиракузы с требованием, чтобы царь Дионисий[36] встал на сторону Рима в его борьбе с Ганнибалом. Уничтожив при Каннах *римскую армию Сципиона*[38], свирепый вождь финикийцев *осадил Рим*[39] — и теперь римляне пытались отрезать Ганнибала от подкреплений, которые шли к нему из Африки[37] *через Сицилию*[37]. Так невезучий остров вновь стал ареной войны между чужеземными армиями.

Правнук великого Александра — царь Филипп[40], *занятый войною с грозным Пирром*[41], не успел помочь грекам Сицилии в их беде. В конечном счёте финикийская армия *была уничтожена молодым римским полководцем Серторием*[42]. Повторно *осадив Сиракузы, он потребовал выкуп за гибель невезучего Аттилия Регула*[35]. *Пусть славный Архимед со всеми учениками переселится в Рим*[43], *подобно Евклиду*[44] — иначе Сиракузы будут разрушены, а всех жителей ожидает рабство!

Старый патриот Архимед хотел покончить с собою — но сограждане упросили его пожертвовать своей честью ради их счастья. *Так греческая учёность вынужденно перенеслась из Сицилии в Рим*[45]. Став не только сильнейшим, но и *учёнейшим городом Италии*[46], Рим сделал последний решающий шаг на пути к мировому господству. Славная *Александрия хранила свою независимость в течение ещё одного поколения — до кончины Эратосфена; затем её постигла судьба Сиракуз*[47]. В результате *внук Эратосфена — Полибий*[48] — сделался римским учёным. Он написал историю войн римлян за сплочение Средиземноморья в нерушимую империю, *которая процветала в течение семи веков*[49].

Как обычно, наибольший простор для ума или недомыслия школьников представил текст со вставленными историческими ошибками — на этот раз посвящённый Архимеду. В нём политические несуразицы чередовались с нелепостями из истории науки. Начнём с обзора самых массовых заблуждений, проявленных школьниками на этом фронте.

А. Самая странная из иллюзий — будто частной переписки между учёными Средиземноморья **не было**, пока Рим не охватил этот регион своей властью и государственной почтовой службой. На деле культура обмена частных лиц письмами „с оказией“ процветала в этом регионе ещё в персидскую эпоху — и пышно расцвела в эллинистическом мире, когда греческий язык стал международным. Не случайно половина открытий

Архимеда известна нам из его писем к друзьям в Александрию.

Б. Многие школьники догадались, что египтяне не выращивали рис в эпоху Архимеда — но дали этому факту неверное объяснение, будто рис тогда не рос даже в Индии, или что в Египте для него неподходящий климат. В действительности рис впервые был освоен в Индокитае и распространился в Китае и в Индии задолго до античной эпохи. Но на Ближний Восток эта трудоёмкая культура проникла только в Средневековье — после того, как арабы подчинили Египет, Двуречье и часть Индии.

В. Почти все школьники не знают и не верят, что **гелио**центричную модель Вселенной впервые предложил Аристарх — и **обосновал** её, приближенно рассчитав диаметр Солнца (он оказался больше диаметра Земли — а большой шар вряд ли может обращаться вокруг малого шара). Слишком сильно мы забили детские головы приоритетом Коперника —

который превзошёл Аристарха лишь в точности расчётов! Беда Аристарха в том, что его учёные современники (как и школьники наших дней) не верили расчётам, которые противоречат „здравому смыслу“. К тому же схема Аристарха не позволила астрономам рассчитывать движение планет более точно, чем привычная схема Евдокса (с эпициклами).

Г. Многие школьники возмутились утверждением, будто Эратосфен и другие математики — „**египетские**“ учёные: ведь они — греки (как видно из их имён), а Древний Египет был раньше Древней Греции! Увы: нынешняя система преподавания истории так уверенно и просто разложила всю Древность по полочкам, что для синтетических эпох (вроде эллинизма) не осталось места в детских умах. Не поможет ли этой беде сравнение Птолемеевского Египта с Послепетровской Россией, где при дворе также преобладали иностранные языки?

Д. Очень многие школьники не поверили в наличие до́менных печей в Античном мире. Это странно, и свидетельствует о плохой технической грамотности. Ведь только в домне, с поддувом воздуха, можно выделить из руды железо (в отличие от легкоплавкой меди) — а Железный век начался в Средиземноморье за тысячу лет до Архимеда! Если учитель физики не сообщил детям этот факт, то исправить эту ошибку должен историк.

Е. Странно, что слово „караван“ почти все школьники восприняли, как „караван верблюдов“. Неужели „караван судов“ — незнакомое понятие даже для выпускников нашей школы? Видимо, это отражает убывающую популярность курса географии в школе — а „историк, не сведущий в географии, на каждом шагу встречает претыкание“ — порою такое смешное, как „караван в гавани“.

Ж. Ахиллесовой пятой абсолютного большинства школьников оказались (как следовало ожидать) **даты** жизни античных учёных. Эти даты никто не связывал с **открытиями** Пифагора, Евклида, Архимеда или Эратосфена — даже в математике, где логическая связь научных результатов позволяет без особого труда восстановить последовательность их появления. Оттого в работах школьников изобиловали бездоказательные утверждения о том, что „Архимед и Эратосфен жили в разные времена“, или что „Пифагор жил **после** Архимеда“. Очень многие ученики **физматшкол** ничего не слышали о „методе песчинок“ Архимеда — первом варианте интегрального исчисления — и даже о том, что Архимед дал первое строгое доказательство формулы объёма шара ($V = \frac{4}{3}\pi r^3$).

Видно, что стык между историей науки и политической историей человечества остается не заполнен в учебном процессе даже ведущих московских гимназий. Напомним, что все приведенные ошибки взяты из **лучших** работ турнира, отмеченных премиями за то или иное проявление эрудиции либо культуры исторического мышления …

Приводим полный перечень „ошибок“. Место в „тексте с ошибками“ (стр. 60), к которому относится пояснение, выделено *курсивом* и справа вверху от него проставлен номер пункта пояснения.

1. Александр Македонский начал править в 336 году до н. э. Значит, 105 год его эры — это 231 или 230 год до н. э. Но осада Сиракуз и гибель Архимеда — события 212 года до н. э.
2. Ни в каком греческом календаре не было **римского** месяца „март“ или дня с названием „иды“.
3. Остия — это порт города Рима, а не Сиракуз (которые сами стоят на берегу моря).
4. Скифы выращивали ячмень, рожь и пшеницу в Причерноморье — но они не плавали по морю, а продавали зерно греческим купцам.
5. Египтяне начали выращивать рис только после арабского завоевания (когда сами арабы переняли эту культуру в Индии).
6. Сицилия была **производителем** пшеницы — так что туда привозили на продажу только рожь.
7. После возвращения из Александрии в Сиракузы Архимед не встречался с Эратосфеном, хотя они регулярно переписывались.
8. Школа „Ликей“, основанная Аристотелем, находилась в Афинах, а не в Александрии.
9. Название „Академия“ употреблялось только в Афинах — где Платон учил молодежь в роще, посвященной герою Академу.
10. Математик Конон (ученик Евклида) был учителем Архимеда и Эратосфена — так что он старше их обоих.
11. Учёный-механик Герон жил в Александрии в 1 веке н. э. — намного позже Архимеда и Эратосфена.
12. Математик Диофант работал в Александрии в 3 веке н. э.
13. Слово „алгебра“ появилось в 9 веке н. э. — в трудах арабских математиков.
14. Слово „король“ появилось в Средние века — в связи с Карлом Мартеллом и Карлом Великим.
15. Существует **бесконечное** множество прямоугольных треугольников со взаимно простыми сторонами. Этот факт был известен ещё Пифагору.
16. Бесконечность множества **простых** чисел доказал Евклид — примерно за сто лет до гибели Архимеда.
17. Понятия **„формула“** и **„многочлен“** появились в математике с рождением **европейской** алгебры — в конце 16 века. До той эпохи никто не мог искать „общую формулу простых чисел“.

18. Эратосфен обнаружил много **пар** „близнецов“ — простых чисел вида (p; p+2). Но аналогичная **тройка** простых чисел есть только **одна**: (3,5,7). Это было известно ещё Евклиду.

19. Вопрос о конечности или бесконечности множества „простых близнецов“, несомненно, волновал Эратосфена. Но решить эту проблему не удалось до сих пор.

20. „Функции, стремящиеся к бесконечности“ — такое выражение появилось в науке лишь в 18 веке — после того, как Ньютон и Лейбниц создали математический анализ.

21. **Слово** „Химия“ вошло в научный обиход в 8 веке н. э. — когда арабы назвали так искусство египтян превращать одни вещества в другие.

21a. „Кемт“ (варианты: „Кеми“, „Кемет“ — египтяне не отмечали на письме гласных звуков) — одно из древних имён Египта; но эллины называли эту страну иначе: „Айгюптос“.

22. О существовании **платины** европейцы узнали только в 17 веке — после того, как её обнаружили в Южной Америке и отличили от серебра по удельному весу (плотности).

23. Платина — благородный металл: она не образует соединений, так что нет „платиновой руды“, а есть самородки и песок. Точка плавления платины столь высока (1772 °C), что лишь электрическая дуга позволяет её расплавить.

24. Получать из вина спирт или очень крепкую („горючую“) водку путём перегонки химики научились только в Средневековье.

25. Изготовлять из тел моллюсков **пурпурную** (но не „алую“) краску умели финикийцы, а не египтяне. Греки не смогли узнать этот секрет, и он был забыт.

26. Никто из учёных Эллады и Античного мира не пытался связать **ремесло** химиков с выделением природных „стихий“ в чистом виде. Объединение химии с философией („алхимия“) произошло лишь в Средневековье — в Исламском мире.

27. Ни Пифагор, ни Евклид не интересовались поисками „апейрона“ — стихии, которую угадал Анаксимандр, но которая не связана с понятиями математики.

28. Архимед не увлекался химией; он занимался только теми науками, которые удаётся постичь, используя математику и механику.

29. Рассуждения о „порче“ металлов с помощью „кислот“ и о существовании „универсального окислителя“ начались в Средневековье — среди арабских учёных.

30. Догадку о том, что Солнце — раскаленный камень, высказал Анаксагор задолго до Архимеда. Но он считал, что метеориты — осколки Солнца, так что оно состоит **не** из золота.

31. Гипотеза о происхождении планет от Солнца появилась только в 18 веке — в трудах Канта и Лапласа.

32. Гипотеза о наличии „основных“ металлов в составе любого вещества появилась в Средние века среди арабских алхимиков. Но они считали основным металлом ртуть, а не золото.

33. Гипотезу об **атомах**, имеющих определенную **форму**, высказал Демокрит — современник Платона. Платон **не** принял эту гипотезу и всю жизнь боролся против неё.

34. Консул Аттилий Регул командовал римской армией и флотом во время **первой** Пунической войны: тогда Сиракузы **мирно** признали власть Рима, чтобы спастись от власти Карфагена.

35. Аттилий Регул был разбит и убит карфагенянами в Африке. Жители Сиракуз не были причастны к этому.

36. Во время **второй** Пунической войны Сиракузами правил царь Гиерон, а не Дионисий.

37. Ганнибал получал подкрепления не из Африки, а из Испании.

37a. Сицилия интересовала римлян как источник зерна и как путь их будущего **наступления** на Карфаген.

38. Римской армией при Каннах командовал не Сципион, а консулы Теренций Варрон и Эмилий Павел.

39. После победы при Каннах Ганнибал не стал осаждать Рим: у него не хватало войск для такой задачи.

40. Царь Филипп 5, который правил в Македонии во время **второй** Пунической войны и враждовал с Римом, был потомком не Александра Македонского, а одного из его полководцев — Антигона. Все дети Александра были убиты диадохами во время борьбы за наследие Александра.

41. Эпирский царь Пирр жил до начала Пунических войн.

42. Римский полководец Серторий жил в 1 веке до н. э. — после окончания Пунических войн.

43. Римской армией, осадившей Сиракузы, командовал консул Клавдий Марцелл. Он не имел поручения привезти в Рим живого Архимеда. Римский сенат не интересовался учёными.

44. Евклид никогда не бывал в Риме, поскольку римляне той эпохи (и более поздних времён) не увлекались математикой.

45. Архимед был случайно убит во время штурма Сиракуз и не попал в плен к римлянам. Если бы он уцелел — его, вероятно, провели бы в числе прочих пленных во время триумфа в Риме, а потом продали бы в рабство.

46. Рим **никогда** бы не стал „учёнейшим городом" Италии или Средиземноморья. Римляне относились к греческой учёности, как к развлечению бездельников. Римского поэта Лукреция, написавшего научно-популярную поэму „О природе вещей", в Риме считали сумасшедшим.

47. Александрия попала под власть Рима через 180 лет после падения Сиракуз — при Октавиане Августе.

48. Греческий историк Полибий, написавший первую историю Рима и его войн, жил через полвека после падения Сиракуз и был свидетелем разрушения Карфагена римлянами. Полибий не был родственником Эратосфена.

49. Римская империя, созданная Августом, процветала около 250 лет — до начала гражданских войн между „солдатскими" императорами.

В заключение перечислим авторов самых удачных или самых интересных работ по истории на нынешнем турнире им. Ломоносова:

Пётр Мансилья-Круз (школа 57, 11 класс)

Татьяна Аникеева (школа 57, 11 класс)
(единственная девушка среди лауреатов)

Георгий Рыбаков (гимназия 1510, 10 класс)

Максим Корольков (школа 57, 9 класс)

Илья Чирков (школа 1201, 8 класс)
(лучший результат по тексту „Архимед")

Андрей Волыхов (школа 444, 8 класс)
(самая чёткая работа в младших классах)

Дмитрий Косов (гимназия 1543, 7 класс)

Конкурс по лингвистике

Задачи по лингвистике и их решения предоставлены оргкомитетом Традиционной Олимпиады по лингвистике и математике, организуемой совместно отделением теоретической и прикладной лингвистики МГУ и факультетом теоретической и прикладной лингвистики РГГУ.

Задачи

1. (М. Е. Алексеев, А. Н. Журинский).
Были взяты грузинские названия месяцев в их очерёдности с января по декабрь. Некоторые названия пропущены, но порядок следования остальных сохранён:

იანვარი, თებერვალი, მარტი, აპრილი, მაისი, ივნისი, ივლისი, ოქტომბერი, ნოემბერი.

Переведите на русский язык грузинские названия месяцев и укажите их примерное произношение.

Указание. Следует иметь в виду, что грузинские названия могут быть лишь частично сходны с соответствующими русскими, как, например, английские названия месяцев.

2. (Я. Г. Тестелец).
Даны словосочетания на русском языке и их переводы на шведский:

1.	*ствол берёзы*	—	stammen på björken
2.	*футляр от очков*	—	etuiet till glasögonen
3.	*звук взрыва*	—	ljudet från explosionen
4.	*страница газеты*	—	sidan i tidningen
5.	*голова собаки*	—	huvudet på hunden
6.	*якорь корабля*	—	ankaret till skeppet
7.	*дым от сигареты*	—	röken från cigaretten
8.	*член правительства*	—	medlemmen i regeringen
9.	*батарейка приёмника*	—	batteriet till transistorn
10.	*спинка кресла*	—	ryggstödet på länstolen
11.	*шнурок ботинка*	—	snören till skon
12.	*запах цветка*	—	doften från blomman
13.	*боец батальона*	—	soldaten i bataljonen

Заполните пропуски в следующих словосочетаниях, объяснив своё решение:

а)	*свет от лампы*	—	skenet … lampan
б)	*крыша здания*	—	taket … byggnaden
в)	*крышка кастрюли*	—	locket … kastrullen
г)	*статья закона*	—	paragrafen … lagen
д)	*участник заговора*	—	deltagaren … sammansvärjningen

Примечание. å, ä, ö — особые гласные шведского языка.

3. (И. Н. Шахова)
Даны числительные языка хауса:

ɗari bakwai da hamsin da shidda — 756
sitta da ɗari bakwai da biyar — 6705
saba'a da ɗari biyar da sittin — 7560

А. Переведите с хауса: saba'in da biyar, ɗari shidda da sittin da shidda.
Б. Запишите на хауса: 67; 5605.

Примечание: ', ɗ— особые согласные языка хауса.

(Хауса — один из западно-чадских языков. На нём говорит от 30 до 40 млн. человек в Нигерии и ряде других стран Африки.)

Решения задач конкурса по лингвистике

1. Среди русских названий месяцев одинаковое начало имеют *март* и *май*, а также *июнь* и *июль*; последние два, кроме того, одинаковы по длине. Это справедливо и для грузинских названий. (Отыскать их помогает и то, что май — второй месяц после марта, а июнь и июль следуют подряд.) Первая пара дает нам буквы, которые предположительно соответствуют русским *м* (მ) , *а* (ა) , *р* (რ) и др., вторая пара — *н* (ნ) и *л* (ლ). Подставляя эти буквы в опознанные названия месяцев, узнаём некоторые другие буквы и в результате получаем следующее чтение (прочерк поставлен на место букв, которые остаются неопознанными):

იანვარი	*иануари*	январь
თებერვალი	*-эбэруали*	февраль
მარტი	*марти*	март
აპრილი	*а-рили*	апрель
მაისი	*маи-и*	май
ივნისი	*иуни-и*	июнь
ივლისი	*иули-и*	июль
ოქტომბერი	*о-томбэри*	октябрь
ნოემბერი	*ноэмбэри*	ноябрь

(Чтение буквы ი , которая здесь записана как *и*, остаётся не вполне ясным, так как она может соответствовать также русскому *й* или *ий*.)

Звуковое значение некоторых букв отличается от ожидаемого. Так, первый звук в слове 'февраль' (თ) — [т] придыхательное, предпоследний звук в словах 'май', 'июнь' и 'июль' (ს) — [с].

2. Анализируя условие, определяем значения сочетаний шведских предлогов с существительными:

på	—	‘неотъемлемая часть’
till	—	‘дополнительная часть, приложение’
från	—	‘то, что исходит от чего-либо’
i	—	‘однородная часть’

Ответы:

а)	*свет от лампы*	—	skenet från lampan
б)	*крыша здания*	—	taket på byggnaden
в)	*крышка кастрюли*	—	locket till kastrullen
г)	*статья закона*	—	paragrafen i lagen
д)	*участник заговора*	—	deltagaren i sammansvärjningen

3. Как и в русском языке, в языке хауса в названии числа сначала указываются бóльшие разряды, затем — меньшие: тысячи, сотни, десятки, единицы. Между числовыми значениями разрядов ставится слово da. Используя данные задачи, представим в таблице выражение числовых значений в разных разрядах:

числовое значение	разряды			
	единицы	десятки	сотни	тысячи
5	biyar	hamsin	ɗari biyar	
6	shidda	sittin		sitta
7			ɗari bakwai	saba’a

Замечаем, что для обозначения сотен используется слово, обозначающее количество единиц, предваренное словом ɗari. Видимо, ɗari и значит ‘100’. Для обозначения одинакового количества единиц и десятков используются слова с разными корнями, а вот для десятков и тысяч используются те же корни. Это можно заметить, сравнивая sittin ‘60’ и sitta ‘6000’. Для обозначения десятков используется суффикс in (ср. также hamsin), тысяч — суффикс -a (saba’a). Опираясь на подмеченные закономерности, выполняем задание.

Ответ:
А. 75, 666.
Б. sittin da bakwai, hamsa da ɗari shidda da biyar.

Очередная,

Тридцатая традиционная олимпиада по лингвистике и математике

состоится в ноябре 1999 года.

I тур будет проходить в воскресенье 14 ноября 1999 г. в 10.00 в МГУ (Ленинские горы, первый корпус гуманитарных факультетов; проезд: станция метро „Университет“). Там же в субботу 27 ноября 1999 г. в 17.00 состоится разбор задач I тура и будут названы участники, которым рекомендуется принять участие во втором туре.

II тур состоится в воскресенье 28 ноября 1999 г. в 10.00 в РГГУ (Российский государственный гуманитарный университет, Миусская площадь, 6; проезд: станция метро „Новослободская“).

Телефоны для справок: 250-65-60 (РГГУ), 939-26-01 (МГУ).

По правилам приёма на отделение теоретической и прикладной лингвистики МГУ и факультет теоретической и прикладной лингвистики РГГУ при равенстве конкурсных баллов призёры Олимпиады имеют преимущественное право на зачисление.

Дорогие ребята! Приглашаем вас принять участие в Олимпиаде!
Уважаемые взрослые! Просим вас рассказать своим детям и ученикам об Олимпиаде. Посоветуйте принять участие в ней тем, у кого развито логическое мышление и есть языковая интуиция.

В РГГУ при факультете теоретической и прикладной лингвистики еженедельно по четвергам проводится **факультатив по лингвистике для школьников 8, 9, 10 и 11 классов.**

На занятиях факультатива его участники знакомятся с основными понятиями и некоторыми направлениями современного языкознания. Они узнают о многих интересных явлениях самых разных языков, а также об удивительных фактах родного языка, о которых не приходилось задумываться раньше, получают представление об основных системах письменности, учатся определять языки по письменности, изучают историю русского алфавита, узнают, что такое сравнительно-историческое изучение языков и как можно классифицировать языки, знакомятся с различными способами обозначения чисел и календарных дат в языках мира. Специалисты по различным областям языкознания рассказывают о своей научной работе.

Основной способ получения знаний — решение самодостаточных лингвистических задач. Для этого не требуется предварительной подготовки, но нужно уметь логически мыслить и обладать языковой интуицией. Решая такие задачи, школьники в упрощённой форме знакомятся с методами работы учёных-лингвистов.

Приглашаются все желающие. Телефоны для справок 250-65-60, 250-62-37.

Критерии награждения. Статистика. Итоги.

На Турнире не присуждаются 1, 2 и 3 места. Участник, написавший хорошую работу на одном из конкурсов, получает грамоту с надписью „ ... *награждается за успешное выступление в конкурсе по* ... (название конкурса)“. Если работа хорошая, но не на столько, чтобы за неё можно было выдать грамоту, жюри отмечает этот факт. Если у одного участника таких работ окажется 2 или больше (по разным предметам), ему будет вручена грамота с текстом: „ ... *награждается за успешное выступление в конкурсе по многоборью*“. Разумеется, в одной грамоте могут присутствовать названия нескольких (или даже всех!) конкурсов. Вместе с грамотами все победители получают интересную книжку с памятным штампом. Всем участникам сообщаются их результаты (высылается письмо с результатами по каждому предмету, а также оценки по каждой задаче по математике, физике, лингвистике).

Процент участников, получивших грамоты, достаточно большой. Но из этого вовсе не следует, что стать победителем турнира совсем легко — ведь почти все его участники — достаточно сильные школьники. Да и выявление победителей никогда не было целью турнира. Цели турнира достаточно разнообразны: познакомить школьников с интересными задачами и фактами, выходящими за рамки школьной программы (предмета „лингвистика“ нет, например, почти ни в одной школе), заинтересовать их школьными предметами, которые раньше казались совсем скучными и неинтересными, пригласить на различные кружки, олимпиады, а также в школы и классы с углублённым изучением предметов.

Работы по разным предметам проверяются разными людьми — специалистами в своей области,— поэтому технология проверки работ также несколько различается.

На конкурсах по математике, физике и лингвистике применяется традиционная система, пришедшая из математических олимпиад, где она возникла несколько десятилетий назад: за каждую задачу (или пункт задачи) ставится одна из следующих оценок (приведены в порядке убывания „хорошести“):

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

$+$ правильное решение задачи
$-$ неправильное
$+!$ правильное и сильно выделяющееся на фоне остальных в лучшую сторону
$+.$ правильное с недочётами
$\mp$ не совсем правильное
$-.$ „не совсем неправильное“
0 задача в работе не записана
(точный смысл оценок определяется при проверке для каждой задачи отдельно)

На конкурсе по химии каждая задача оценивается в баллах, в зависимости от правильности и полноты решения и класса, в котором учится участник Турнира. Критерии этих оценок приведены на странице 42. В зачёт идёт сумма трёх максимальных оценок.

На конкурсе по астрономии и наукам о Земле каждый вопрос также оценивается в баллах, в зависимости от полноты и правильности ответа. Критерии этих оценок приведены на страницах 11 – 26 вместе с правильными ответами и комментариями. Итоговый результат определяется суммой баллов.

На конкурсе по биологии каждый вопрос оценивается в баллах, итоговый результат определяется суммой баллов. Точную систему оценок организаторы конкурса, к сожалению, не сообщили.

На конкурсе по лингвистике оценки переводятся в баллы:
$+ = 3 \quad \pm = 2 \quad \mp = 1 \quad - = 0$
Итоговый результат определяется суммой баллов.

На конкурсе по истории каждая работа оценивается жюри целиком персонально.

Таблица 1. Критерии определения победителей Турнира.

<table>
<tr><td rowspan="2">название конкурса</td><td rowspan="2">результат</td><td colspan="7">класс</td></tr>
<tr><td>5</td><td>6</td><td>7</td><td>8</td><td>9</td><td>10</td><td>11</td></tr>
<tr><td rowspan="4">мате-матика</td><td rowspan="2">грамота</td><td colspan="2" rowspan="3">не было участников</td><td rowspan="2">$\pm$</td><td colspan="2">$\pm$(№1) $\pm$(№3)</td><td colspan="2" rowspan="2">$\pm\pm$</td></tr>
<tr><td colspan="2">$\pm$(№2) $\mp$</td></tr>
<tr><td>многоборье</td><td>нет</td><td colspan="2">$\pm$(№2)</td><td colspan="2">$\pm$</td></tr>
<tr><td>макс. возм</td><td colspan="2">—</td><td colspan="3">$+ + +$ (3 задачи)</td><td colspan="2">$+ + +$ (3 задачи)</td></tr>
<tr><td rowspan="8">физика</td><td rowspan="4">грамота</td><td rowspan="7">не было участников</td><td colspan="6">$\pm$(№8)</td></tr>
<tr><td rowspan="3">$\frac{\pm}{2}$</td><td colspan="2">$\frac{\pm}{2}\ \frac{\pm}{2}$</td><td>$\pm\pm$</td><td>$+!\ \frac{\pm}{2}$</td><td>$+!\ +.$</td></tr>
<tr><td rowspan="2">$\pm$</td><td colspan="2">$+!$</td><td>$+.\ \pm$</td><td>$+.\ \pm\ \pm$</td></tr>
<tr><td>$\pm\mp$</td><td>$+.\ \frac{\pm}{2}$</td><td>$\pm\ \pm\ \pm$</td><td>$+.\ \pm\ \frac{\pm}{2}\ \frac{\pm}{2}$</td></tr>
<tr><td rowspan="3">многоборье</td><td colspan="6">$\frac{\pm}{2}$(№8)</td></tr>
<tr><td rowspan="2">$\mp\mp$</td><td colspan="2">$\frac{\pm}{2}$</td><td colspan="2">$+.$</td><td>$\pm\ \pm\ \pm$</td></tr>
<tr><td>$\mp\ \mp\ \mp$</td><td></td><td>$\frac{\pm}{2}\ \mp$</td><td>$\frac{\pm}{2}\ \frac{\pm}{2}$</td><td>$+.\ \pm$</td></tr>
<tr><td>макс. возм</td><td colspan="2">—</td><td>+++++</td><td>+++++</td><td>+++++++</td><td>++++++++</td><td>+++++++</td></tr>
<tr><td rowspan="3">химия</td><td>грамота</td><td colspan="2" rowspan="2">не было участников</td><td colspan="2">>5</td><td>8</td><td>6</td><td>8</td></tr>
<tr><td>многоборье</td><td>4</td><td>5</td><td>7</td><td>5</td><td>6</td></tr>
<tr><td>макс. возм</td><td colspan="2">-</td><td>15</td><td>15</td><td>14</td><td>17</td><td>18</td></tr>
<tr><td rowspan="3">биология</td><td>грамота</td><td colspan="2">5</td><td>16</td><td colspan="3">21</td><td>25</td></tr>
<tr><td>многоборье</td><td colspan="2">не присужд.</td><td>> 7</td><td colspan="3">>10</td><td>>12</td></tr>
<tr><td>макс. возм</td><td colspan="7">нет информации</td></tr>
<tr><td rowspan="3">лингвис-тика</td><td>грамота</td><td colspan="7">8</td></tr>
<tr><td>многоборье</td><td colspan="5">5</td><td colspan="2">6</td></tr>
<tr><td>макс. возм</td><td colspan="7">9 (3 задачи по 3 балла)</td></tr>
<tr><td rowspan="3">науки о Земле</td><td>грамота</td><td colspan="3">4</td><td colspan="2">5</td><td colspan="2">6</td></tr>
<tr><td>многоборье</td><td colspan="3">6</td><td colspan="2">7</td><td colspan="2">8</td></tr>
<tr><td>макс. возм</td><td colspan="7">баллы по задачам: 3, 3, 5, 4, 4, 2, 4, 3, 3, 4; итого 35</td></tr>
<tr><td>история</td><td colspan="8">Определяется решением жюри персонально по каждой работе</td></tr>
<tr><td>матем. игры</td><td colspan="6">Определяется на месте решением членов жюри, проводящих конкурс</td><td colspan="2">Конкурс не проводится</td></tr>
</table>

На устном конкурсе по математическим играм результат участника определяется членами жюри, проводящими конкурс, сразу по окончании конкурса, и сообщается участнику.

Одни и те же задачи участников разного возраста проверяются по одинаковым правилам (требования к стилистике текста, разумеется, с учётом возрастных особенностей), а решение о присуждении диплома зависит от возраста (класса) и принималось по критериям, представленным в таблице 1. В каждой графе приведён набор оценок или сумма балов, минимально-достаточные для получения грамоты или балла в многоборье. Если таких наборов несколько, они приводятся на разных строках друг под другом.

Таблица 2. Статистические данные.

класс	5	6	7	8	9	10	11	Всего
всего участников	2	49	343	384	404	411	332	1926
мальчиков	2	27	211	209	225	232	194	1101
девочек	0	22	132	175	179	179	138	825
математика, участников	0	0	16	55	100	174	164	509
матем. игры, участников*	0	13	64	47	37	10***	5***	>176
физика, участников	0	1	112	156	133	157	109	668
химия, участников	0	0	13	81	118	68	54	334
биология, участников	1	14	182	188	185	62	75	707
история, участников**	0	2	24	34	14	22	21	284
лингвистика, участников	2	23	188	194	221	195	168	992
науки о Земле, участников	1	23	163	93	110	96	40	526
математика, грамот	0	0	16	13	53	81	184	—
матем. игры, грамот	0	4	12	22	21	4***	4***	—
физика, грамот	0	1	34	57	37	40	74	—
химия, грамот	0	0	1	13	14	12	26	—
биология, грамот	0	8	10	7	26	21	34	—
история, грамот	0	1	18	26	19	30	52	—
лингвистика, грамот	0	0	2	5	14	20	35	—
науки о Земле, грамот	0	4	29	5	14	12	22	—
многоборье, грамот	0	4	40	52	60	61	93	—
всего письменных работ	3	63	698	801	881	774	631	4020
всего грамот	0	17	131	142	182	192	179	843

* — приведены данные о количестве участников, получивших оценки „v“ и „e“. Остальные участники на устном конкурсе по математическим играм не регистрируются

** — приведены данные о количестве участников, получивших оценки „v“ и „e“. Данные о количестве участников конкурса по истории по классам, к сожалению, утрачены. Суммарное количество участников конкурса по истории приведено правильно.

*** — конкурс для 10–11 классов не проводился, эти учащиеся приняли в нём участие в порядке исключения

В таблице 2 есть несколько несоответствий, которые не являются арифметическими ошибками. Например, несоответствие в некоторых графах числа в графе „всего“ сумме по классам просто означает, что некоторые школьники ни в регистрационной карточке, ни в работе не указали свой класс, некоторые участники получили грамоты сразу по нескольким предметам, поэтому число в графе „всего грамот“ меньше, чем арифметическая сумма по столбцу, и т. д.

Таблица 3. Статистика последних лет. [7]

Класс	5	6	7	8	9	10	11	Всего
Всего участников, 1994	2	10	175	276	308	197	138	1113
Всего участников, 1995	1	14	116	273	276	329	296	1311
Всего участников, 1996	12	66	387	427	495	391	446	2227
Всего участников, 1997	7	32	349	461	397	438	345	2029
Всего грамот, 1997	*2*	*11*	*115*	*209*	*182*	*231*	*201*	*951*
Всего участников, 1998	2	49	343	384	404	411	332	1926
Всего грамот, 1998	*0*	*17*	*131*	*142*	*182*	*192*	*179*	*843*
Количество участников 1998 года, участвовавших 1997 г.	0	1	14	82	130	86	107	420

В этом году (1998) было немного меньше, чем в прошлом, участников, чуть меньше процент участников, получивших грамоты, но стало больше участников, получивших грамоты сразу по нескольким предметам. В этом году уровень участников по всем классам был несколько выше, чем в прошлом,
было намного меньше "пустых" работ, несмотря на несколько более сложные, чем в прошлом году, задания. Такая тенденция по сравнению с прошлым годом объясняется плохой работой московской почты: дело в том, что разосланные Оргкомитетом по школам информационные письма в большинство московских школ попали или за день до Турнира в субботу (когда большинство из этих школ не работало), либо после Турнира в понедельник. Поэтому большинство участников в этом году — это учащиеся школ и классов (в основном — специализированных), где достаточно серьёзно относятся ко всяким олимпиадам, а также школьники, которые хотели участвовать в Турнире и целенаправленно искали информацию о нём. Такое положение дел противоречит заявленным целям мероприятия и в следующем году оргкомитет постарается его исправить.

В этом году впервые в истории Турнира нашлись участники, полностью решившие варианты по физике и химии (соответственно 11 и 10 задач) и достаточно много участников приблизилось к этому результату. А это сделать совсем не просто (см. условия задач; напомним, что в

[7]Реально в этом году количество участников составило не менее 2000. Цифры, приведённые в таблице, соответствуют зарегистрированным участникам, т. е. сдавшим карточку, подписанную работу, или тем, которых удалось опознать как-нибудь ещё.

течение нескольких последних лет по физике и химии предлагается большое количество трудных задач на выбор, из которых для получения грамоты достаточно решить 2 или 3). В целом Турнир сейчас переживает переходный период и занимает новую „экологическую нишу“: задания стали более серьёзными и сложными, среди участников стало довольно много профессионалов-олимпиадников, которые ещё несколько лет назад считали турнир абсолютно несерьёзным („детским“) мероприятием.

Это естественный процесс, бороться с которым — бесполезно (оргкомитет всё-таки специально ограничивает уровень заданий конкурса по математике, иначе, благодаря ученикам математических школ, составляющим значительную часть участников Турнира, он превратился бы в чисто математическое мероприятие; роль последнего сейчас выполняет осенний тур Турнира городов по математике).

Напомним, что первый Ломоносовский турнир состоялся 21 год назад, осенью 1978 г. Тогда, в первый раз, на него были приглашены только ученики восьмых (в современной нумерации — 9) классов. Организаторы тогда понятия не имели, как нужно проводить подобные мероприятия, и, конечно, не предполагали, что их идея просуществует более 20 лет (и, будем надеяться, намного больше). Первые годы на турнире были не очень сложные задания, сравнительно небольшое количество участников и примерно столько же членов жюри. Конкурсы в основном были устными, предлагались интересные демонстрационные задачи по физике (а один раз — и по математике!), ... Любой школьник имел возможность тут же обсудить заинтересовавшую его задачу или вопрос. Турнир больше напоминал кружок, чем олимпиаду.

Сейчас всё это повторить невозможно. Кроме объективных причин (прежде всего это значительно возросшее количество участников) в последние годы возникло много затруднений, которые организаторы первых турниров не могли даже и предположить. Прежде всего это финансовые проблемы. И ладно бы это были только типографские, почтовые расходы, затраты на изготовление экспериментальных задач. Наиболее естественным местом проведения Турнира им. Ломоносова много лет были московские ВУЗы. Это здания, в которых есть много расположенных рядом больших аудиторий, в каждой из которых удобно проводить конкурс по одному из предметов. Да и участники — будущие абитуриенты. Но в последнее время руководство высших учебных заведений Москвы всё больше интересуется материальной стороной вопроса (некоторые чиновники искренне удивляются, почему оргкомитет Турнира не берёт денег с участников). Да и просто различные согласования теперь требуют чуть ли не больше сил, чем собственно составление заданий Турнира и проверка работ. Намного легче провести Турнир в московских школах. Но это хуже — школа вмещает значительно меньше народу, поэтому приходится увеличивать количество мест проведения, что рассеивает силы оргкомитета (профессионалов, которые во время конкурса умеют правильно, быстро и понятно отвечать на самые неожиданные вопросы школьников, не так много), не даёт возможности включить в задания интересные демонстрации, которые трудно сделать в большом количестве экземпляров.

Особую благодарность оргкомитет выражает Московскому Авиационному институту, администрация и сотрудники которого, несмотря на все трудности, понимают необходимость работы со школьниками. Там не только оказывают поддержку Турниру, но и организована бесплатная физматшкола (преподаватели которой получают зарплату), и делается ещё много столь же нужного и полезного. Конечно, такие люди есть и в других местах, но всё, что они делают, — это в основном их личная инициатива, к которой администрация в лучшем случае относится нейтрально. В таких условиях можно, например, организовывать хорошие школьные кружки, лекции, но невозможно провести подобное Ломоносовскому турниру массовое мероприятие.

Турнир меняется. Но, наверное, не нужно сильно об этом жалеть. Не в последнюю очередь благодаря ему появилось много других мероприятий, похожих на Турнир в разные периоды его существования и занимающих соответствующее место в „олимпиадной экосистеме“: Математический праздник для 6–7 классов, где дети могут не только порешать задачи (не очень сложные), но и посмотреть после этого мультфильмы, Соросовская олимпиада по математике, физике, химии и биологии, при составлении заданий которой организаторы принципиально придерживаются школьной программы, и много других.

И, самое главное, уже более 20 лет сохранилась сама идея многопредметного турнира для школьников, основная цель которого — не выявить победителей и побеждённых, а принести пользу как можно большему количеству школьников-участников. И не только сохранилась, но и „разрослась“. По московским заданиям Ломоносовский турнир теперь проводится в Харькове, Карелии, Израиле, ... Похожая идея уже много лет реализована в Кирове. Интеллектуальный марафон, хотя и сильно отличающийся правилами, тоже не следует забывать.

Оглавление