ББК 74.200.58
Т86

25-й Турнир им. М. В. Ломоносова 2002 года / Сост. А. К. Кулыгин. — М.: МЦНМО, 2003. — 136 с.: ил.

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

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

ББК 74.200.58

Тексты заданий, решений, комментариев составили и подготовили: П. М. Аркадьев (лингвистика), А. Г. Ванигасурия (биология), Г. М. Виноградов (биология), Т. Н. Виноградова (биология), И. Г. Довгоброд (биология), С. А. Дориченко (математика), Т. В. Караваева (математика), В. А. Клепцын (математические игры), Н. Н. Константинов (математика; председатель оргкомитета турнира), А. К. Кулыгин (физика), А. Лаврёнова (история), С. В. Лущекина (химия), Е. В. Муравенко (лингвистика), А. М. Романов (астрономия и науки о Земле), З. П. Свитанько (химия), С. Г. Смирнов (история), Г. А. Соколова (биология), Р. М. Фёдоров (математические игры), А. В. Хачатурян (математические игры), А. С. Чеботарёв (математика), Н. А. Шапиро (литература).

Корректоры: С. Е. Дубов, участники зимней школы в Пущино (январь 2003).

Авторы иллюстрации на обложке: А. Ю. Шамшурина, Т. А. Карпова

Турнир проведён при финансовой поддержке Департамента образования города Москвы и Московской городской Думы

Эл. версия `http://www.mccme.ru/olympiads/turlom/` (www-сервер МЦНМО).

ISBN 5–94057–066–6

Ответственный за выпуск, составитель
Кулыгин Алексей Кириллович

ТУРНИР ИМ. М. В. ЛОМОНОСОВА 2002 ГОДА

Лицензия ИД № 01335 от 24.03.2000 г. Подп. к печати 14.01.2003.
Формат 60×88 $^1/_{16}$. Печать офсетная. Объём 8,5 печ. л.
Заказ 24т. Тираж 6000 экз.
Электронная версия (с исправлениями) — 10.03.2003.

Издательство Московского центра непрерывного математического образования.
119002, Москва, Бол. Власьевский пер., 11. Тел. 241–05–00, 241–12–37.

Отпечатано с готовых диапозитивов в ФГУП «Полиграфические ресурсы»

XXV Турнир имени М. В. Ломоносова

29 сентября 2002 года

Задания. Решения. Комментарии

МЦНМО
МОСКВА 2003

Предисловие

Решение о проведении Ломоносовского турнира было принято вечером 18 октября 1978 года. В том самом первом «заседании» оргкомитета, а точнее — встрече на Киевском вокзале Москвы, приняли участие Аркадий Вайнтроб, Николай Репин, Виктор Тяхт и бессменный с тех пор председатель оргкомитета Николай Николаевич Константинов. С тех пор турнир проходил ежегодно, отметив в этом, 2002 году, своеобразный юбилей — 25 лет.

Последние несколько лет по уже сложившейся традиции турнир проводится в последнее воскресенье перед первой субботой октября, а через неделю (первая суббота октября) начинаются занятия Малого мехмата — школьных математически кружков в Московском университете, куда приглашаются участники турнира.

Тем самым следующий, **26-й Ломоносовский турнир состоится в воскресенье 28 сентября 2003 года**.

Участником может стать *любой* школьник (задания ориентированы на учеников 6–11 классов, но никаких запретов и ограничений для остальных нет). Турнир организован так: одновременно в нескольких аудиториях проводятся конкурсы по разным предметам (традиционно это математика, физика, химия, история, биология, лингвистика, астрономия и науки о Земле, литературе, в этом году был восстановлен конкурс по математическим играм). Участники могут в любой момент приходить в любую аудиторию, взять задания, порешать их (самостоятельно выбирая задачи и решая, сколько времени на них потратить), сдать работу и идти на следующий конкурс. Жюри в этот момент только следит за порядком и отвечает на вопросы.

Торжественное закрытие и награждение проходит примерно через 2 месяца. За это время жюри проверяет работы (а их больше 10 тысяч!) и подводит итоги. Авторы хороших работ получают грамоты «*За успешное выступление на конкурсе по* … (название предмета)». По доброй традиции жюри не предъявляет к работам никаких «олимпиадных» и «профессиональных» требований — достаточно, чтобы рабочей группой по предмету (состоящей из аспирантов, студентов, школьных учителей, руководителей кружков, научных сотрудников) работа была признана **хорошей** (грязь, плохой почерк, грамматические ошибки и т. п. жюри при оценке работ не учитывает, но и не одобряет). За некоторые из остальных работ даётся «балл многоборца» (за 2 или больше таких балла (по разным предметам) даётся грамота «*За успешное выступление на конкурсе по многоборью*». Всем школь-

никам, которые участвовали в турнире в Москве и правильно указали свой почтовый адрес и *индекс*, оргкомитет разослал открытки с оценками по каждому заданию по каждому предмету (по традиции буквой v обозначается успешное выступление (от слова Victoria — победа), буквой ε — баллы многоборья). В этом году жюри очень порадовалось большому количеству хороших работ, в результате впервые грамотами было награждено больше половины участников.

Жюри стремилось написать решения так, чтобы они были большей частью понятными, полезными и интересными всем читателям, в том числе участникам **Математического праздника** (Московской математической олимпиады для 6–7 классов, в этот раз Матпраздник состоится 16 февраля 2003 года). Дарить всем участникам Матпраздника (многие из них, разумеется, участвовали и в Ломоносовском турнире) эту книжку — тоже традиция.

Как всегда, самым популярным предметом оказалась математика. По традиции на этом конкурсе предлагаются не очень сложные задачи — потому как вскоре после Ломоносовского турнира в Москве проводится осенний тур международного математического Турнира Городов. Задачи этого тура существенно сложнее, они опубликованы в конце книжки на стр. 127.

Ещё один математический конкурс — «математические игры», был адресован восьмиклассникам и более младшим школьникам. В качестве «задач» тут предлагаются игры, в которых нужно выяснить (и именно это и является математической задачей), кто из игроков — делающий ход первым или его соперник, сможет выиграть, или игра закончится вничью. Возможно, здесь вы найдёте новые для себя игры, в которые просто интересно поиграть. Вообще, теория игр — это вовсе не развлекательный, а вполне серьёзный раздел математики.

Первая задача по физике называется «волшебный мостик». В задаче предлагается разобраться, что же изображено на фотографии мостика (не волшебного, а самого обыкновенного, построенного в полном соответствии с законами физики). Герой другой задачи — Змей Горыныч — попал на обложку этой книжки. Задачи для более старших школьников сформулированы более серьёзно. В них речь идёт о бесконечных цепочках резисторов, подробно разбираются причины, влияющие на форму «солнечного зайчика», одном из малоизвестных вариантов электрофорной машины, в котором используются капли воды («капельница Кельвина») и др.

Из условия и решения одной из задач конкурса по биологии вы узнаете о рифтиях — удивительных животных, живущих в глубинах океана в очень необычных условиях. Столь же необычны строение и физиология этих организмов.

В разделе, посвящённом конкурсу по химии, подробно разбираются задачи о тайнописи с помощью фенолфталеина, о заполнении пропусков в уравнениях различных химических реакций, о полимерных цепочках с различными типами химической связи. Школьникам старших классов адресованы две сложные задачи по органической химии — про синтез изомерных иодалканов и про количественное определение фенола.

В разделе, подготовленном организаторами лингвистического конкурса, вы узнаете о языке сумо, на котором говорят в далёкой центральноамериканской стране Никарагуа, о древнеиндийском языке санскрит, а также о том, что такое супплетивные формы слов и их примеры из русского и других языков. Ребятам, серьёзно интересующимся лингвистикой, адресовано приглашение на факультатив (кружок), проходящий по четвергам в Институте лингвистики РГГУ.

Все три задания конкурса по литературе так или иначе посвящены стихам. Здесь вы можете узнать про японские трёхстишия хокку, а также познакомиться с оригинальными, отчасти юмористическими, попытками приспособить эту стихотворную форму к русскому языку и сюжетам известных произведений русской и зарубежной литературы. Очень интересное направление русской поэзии начала 19 века — стихотворный перевод с иностранных языков — затрагивается во втором задании. Конечно, не забыта и современная поэзия — советская гражданская лирика конца 1980-х годов, которая, опять же, очень интересно и неожиданно переплетается с сюжетами многих других литературных произведений.

Решение одного из заданий по истории («текст с ошибками» про Наполеона) написано участницей турнира. Оно оказалось намного лучше варианта, первоначально предложенного жюри турнира.

На первый вопрос конкурса по астрономии и наукам о Земле — об астрономической символике на флагах государств мира — жюри подготовило подробный ответ. Таких государств, оказывается, больше 50 (жаль, что книжка чёрно-белая, и поэтому все эти флаги нельзя напечатать). К остальным вопросам приводятся только краткие указания, «зацепки».

В конце книжки (стр. 133) по традиции публикуется информация о наборе в специализированные московские школы и классы, которая наверняка заинтересует многих участников Ломоносовского турнира и Математического праздника, а также их родителей. Информация предоставлена в оргкомитет турнира самими школами, обучение

в этих школах и классах бесплатно. Оперативная информация, появившаяся после выхода книжки, публикуется на www–сервере МЦНМО (`http://www.mccme.ru/schools`).

Там же вы можете найти информацию о бесплатных московских кружках и вечерних школах по различным предметам (`http://www.mccme.ru/circles`), о школьных олимпиадах и турнирах (`http://www.mccme.ru/olympiads`), в том числе, конечно, электронную версию этой книжки и другие материалы турнира им. Ломоносова (`http://www.mccme.ru/olympiads/turlom`).

В Москве на 25 Ломоносовском турнире был зарегистрирован 3771 участник (школьники 4–11 класса), во всех остальных городах в сумме участников было примерно столько же или чуть больше. Жюри проверило 12592 московские работы, а также работы из Харькова и Санкт-Петербурга (в остальных местах проверкой и подведением итогов занимались местные организаторы). 2019 московских участников были награждены грамотами за успешное выступление на конкурсах по различным предметам.

Основную организационную и финансовую поддержку Турниру оказали Департамент образования города Москвы, Московский центр непрерывного математического образования (МЦНМО) и Московский институт открытого образования (МИОО).

В Москве Турнир проводился в МАИ, МГУ, СТАНКИНе, школах и гимназиях №№ 444, 520, 905, 853(Зеленоград), 1018(Солнцево), 1299, 1567, 1580, 1678; в организации мероприятия и работе жюри также приняли участие сотрудники, учащиеся, студенты, аспиранты, выпускники Российской академии наук, РГГУ, МФТИ, МИОО, Ветеринарной академии, МГИЭМ, МПГУ, МСХА, РГМУ, МИМСР, ВХК РАН, МФТИ, ГУ–ВШЭ, ИГУМО, University of Oxford, Московской государственной пятьдесят седьмой школы, Московской гимназии на Юго–Западе № 1543, Лицея «Вторая школа», Турнира городов, Малого мехмата МГУ и др. Всем им оргкомитет выражает благодарность.

Оргкомитет благодарит всех организаторов Ломоносовского турнира в городах Донецк, Казань, Курск, Магнитогорск, Мариуполь, Оренбург, Пущино, Санкт-Петербург, Харьков и других местах.

Оргкомитет также благодарит ОАО «Типография „Новости“» за качественную и оперативную печать грамот.

Конкурс по математике

Задания

В скобках указано, каким классам адресована задача. Ваше выступление по математике считается успешным, если правильно решены хотя бы две задачи, адресованные Вашему или более старшему классу. Верное решение только одной задачи также будет отмечено жюри.

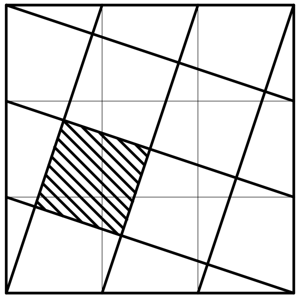
1. (7–9) На протяжении некоторого года (от 1 января до 31 декабря включительно) количество вторников было равно количеству четвергов. Следует ли из этого, что и количество сред было такое же? Рассмотрите два случая:
а) в году было 365 дней, **б**) в году было 366 дней.

2. (7–9) Все натуральные числа от 1 до 1000 включительно разбиты на две группы: чётные и нечётные. В какой из групп сумма всех цифр, используемых для записи чисел, больше и на сколько?

3. (8–9) Известно, что $x = 2a^5 = 5b^2 > 0$, числа a и b — целые. Каково наименьшее возможное значение x ?

4. (7–10) Даны прямая и точка вне неё. Как с помощью циркуля и линейки построить прямую, параллельную данной прямой и проходящую через данную точку, проведя при этом возможно меньшее число линий (окружностей и прямых), так что последняя проведённая линия — это искомая прямая? Какого числа линий Вам удалось добиться?

5. (8–11) Дан квадрат со стороной 1. Каждая его сторона разбита на три равные части. Через точки деления проведены отрезки (см. рисунок). Найдите площадь заштрихованного квадратика.



6. (8–11) Разделим каждое четырёхзначное число на сумму его цифр. Какой самый большой результат может получиться?

7. (10–11) Многогранник вписан в сферу. Может ли оказаться, что этот многогранник невыпуклый? (Многогранник вписан в сферу, если все концы его рёбер лежат на сфере.)

Решения к заданиям конкурса по математике

1а. В году 365 дней, то есть 52 полные недели плюс один день. Если год начинается со среды (например, 2003-ий год), то сред будет на одну больше, чем вторников и четвергов.

Ответ: не следует.

1б. 366 дней — это 52 недели и ещё 2 дня. Они не могут быть вторником и четвергом, так как эти дни идут не подряд. Не один из этих дней не среда, потому что иначе другой день был бы вторником или четвергом, и при этом нарушается условие равенства вторников и четвергов. Значит, сред в году не больше и не меньше.

Ответ: следует.

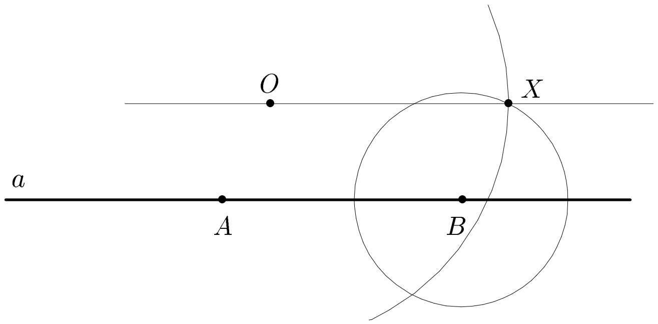
2. Сумма цифр числа 1 равна сумме цифр числа 1000; остальные числа разобьём на пары: 2–3, 4–5, 6–7, 8–9, ... , 998–999. В каждой паре единицы нечётного числа больше на 1, чем чётного, а десятков и сотен у них поровну. Всего таких пар 499.

Ответ: сумма цифр нечётных чисел больше на 499.

3. Число x делится на 2 и на 5. $x = 2a^5$, поэтому a делится на 5. Так как $x = 5b^2$, то x делится на 2^2, значит a делится и на 2 тоже. Предполагая $a = 2 \cdot 5 = 10$, получим $x = 200000$ и $b = 200$.

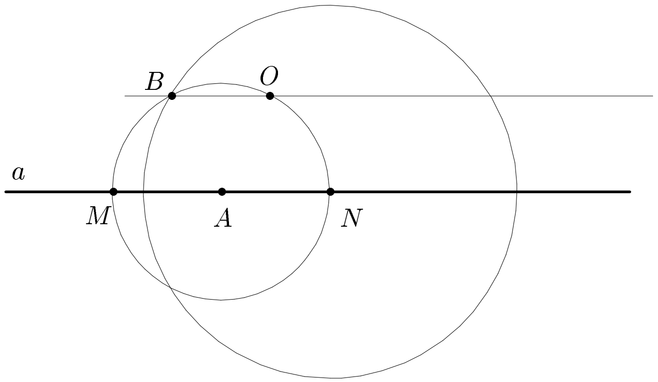
Ответ: 200000.

4. Дана прямая a и точка O (обозначения). Отметим на прямой две произвольные точки A и B. Проведём окружность с центром в точке B радиуса AO, и окружность с центром в точке O радиуса AB. Они пересекутся в точке X. Четырёхугольник $AOXB$ — параллелограмм, так как его противолежащие стороны равны. Теперь можно провести искомую прямую — OX.



Излагая это же решение другими словами, можно сказать, что мы стандартным способом построили треугольник BOX по двум вершинам (B и O) и длинам двух сторон, равных длинам отрезков AO и AB. Очевидно, что $\Delta ABO = \Delta XOB$ (по трём сторонам). Поэтому $\angle ABO = \angle XOB$, а это внутренние накрестлежащие углы для прямых a и OX и секущей BO. Из равенства этих углов следует, что a и OX параллельны.

Другое решение. Отметим на прямой произвольную точку A и проведём через точку O окружность с центром в точке A. Эта окружность пересекает прямую в двух точках; обозначим их через M и N. Далее измерим[1] циркулем отрезок MO и проведём с центром в точке N окружность радиуса MO. Искомая прямая проходит через точку O и точку B пересечения двух построенных окружностей.



$\Delta MAO = \Delta NAB$ по трём сторонам, следовательно, равны и высоты этих треугольников, проведённые из вершин O и B. Основания этих треугольников (MA и NA) лежат на прямой a, поэтому точки O и B находятся от прямой a на одинаковом расстоянии.

Недостатком этого решения является то, что если точка A случайно оказалась основанием перпендикуляра, проведённого из точки O, то точки O и B совпадают и не определяют нужной нам прямой.

Тем не менее, ученикам, приводившим такое решение, оно засчитывалось полностью (ставилась оценка +)[2].

[1] см. разъяснение на стр. 11

[2] На самом деле этот же недостаток «замаскирован» и в первом решении, в предложении «Отметим на прямой две произвольные точки A и B.» Если точки произвольные, то они случайно могут совпасть (и тогда построение не получится), а для *построения* на прямой двух несовпадающих точек придётся проводить дополнительные линии.

Докажем теперь, что двумя линиями обойтись нельзя. Второй линией должна стать искомая прямая. Чтобы её провести, нужно получить вторую точку, находящуюся на том же расстоянии от прямой a, что и точка O. Но после проведения одной линии все точки этой линии, кроме точек пересечения с прямой a, будут неразличимы, и найти вторую точку, находящуюся на нужном расстоянии от прямой a, построив только одну линию, невозможно.

Ответ: 3 линии.

Пояснение. В решении мы упоминали параллелограмм, треугольники, секущую BO и углы. Однако для построения нам были нужны только точки (вершины параллелограмма и треугольников, концы отрезка секущей, концы отрезков, образующих углы), сами же отрезки для построения нужны не были, поэтому мы их не проводили и, разумеется, не учитывали при подсчёте проведённых линий.

5. Обозначим длину стороны заштрихованного квадратика (рисунок на стр. 7) через x. Заметим, что все наклонные отрезки имеют длины x, $2x/3$ и $x/3$, это следует из теоремы Фалеса. Тогда, сложив вместе трапецию со сторонами x, x, $2x/3$, $1/3$ и треугольник со сторонами x, $1/3$, $x/3$, мы получим квадратик, равный заштрихованному. Аналогично можно сложить квадратик из двух трапеций со сторонами x, $x/3$, $1/3$, $2x/3$. Всего получится 10 одинаковых квадратиков суммарной площади 1. Значит, площадь каждого квадратика равна $1/10$.

Можно решить задачу, используя теорему Пифагора, запишем её для самого маленького на рисунке треугольника:

$$x^2 + \left(\frac{x}{3}\right)^2 = \left(\frac{1}{3}\right)^2$$

Решение уравнения $x = 1/\sqrt{10}$.

Ответ: площадь равна $1/10$.

6. Ответ: 1000/1=1000.

Докажем, что больше 1000 получить невозможно. Пусть число записано цифрами $abcd$. Если $abcd > a000$, то $abcd < (a+1)000$, а сумма его цифр $S \geqslant a+1$, поэтому частное будет меньше 1000.

Другое рассуждение.

$$\frac{1000a + 100b + 10c + d}{a + b + c + d} =$$

$$= \frac{999a + 99b + 9c}{a + b + c + d} + 1 \leqslant \frac{999a + 99b + 9c}{a + b + c} + 1 =$$
$$= \frac{990a + 90b}{a + b + c} + 10 \leqslant \frac{990a + 90b}{a + b} + 10 =$$
$$= \frac{900a}{a + b} + 100 \leqslant \frac{900a}{a} + 100 = 1000$$

7. Приведём пример невыпуклого многогранника, вписанного в сферу. Возьмём правильный октаэдр, опишем вокруг него сферу. Теперь возьмём две его соседние грани ABC и BCD, удалим их вместе с ребром BC, а вместо этого добавим ребро AD и грани ABD и ACD. Отрезок BC больше не принадлежит фигуре, поэтому она невыпуклая. Но вершины у этого многогранника, те же, что и у правильного октаэдра. Следовательно, многогранник вписанный[3].

Можно было действовать следующим образом. Возьмём куб и проделаем в нём «дырку» в виде прямоугольного параллелепипеда (сквозь две параллельные грани куба). Затем восемь точек, краёв «дырки», соединим рёбрами с ближайшими вершинами куба и «поднимем» («опустим») их на сферу, описанную вокруг куба.

Разъяснение к задаче № 4

В классических трудах по геометрии обсуждается вопрос о том, какие построения с помощью циркуля и линейки в принципе возможны, но не обсуждается число операций, необходимых для того или иного построения. Между тем, в этом вопросе могут возникнуть разночтения. Так, в классической книге «Начала» Эвклида считается невозможным измерить циркулем расстояние и перенести его для построения окружности с произвольным центром. Но в теореме № 2 этой книги доказывается, что перенесение измеренного расстояния возможно, однако не за одно действие, а с помощью некоторого построения, выполняемого за несколько действий.

После этой теоремы можно забыть о том, как переносится расстояние — за одно действие или за несколько — если только речь идёт о принципиальной возможности построения, а не о числе необходимых построений.

[3]Художественное изображение получившегося таким образом невыпуклого вписанного многогранника см. на обложке.

В современных книгах по геометрии принято считать, что никаких особых построений для перенесения расстояния не требуется. Так, в известном учебнике Погорелова сказано, что если даны центр и радиус, то окружность считается построенной. Предлагая эту задачу на конкурс по математике Турнира им. Ломоносова, жюри исходило именно из этой точки зрения.

Критерии проверки и награждения

За каждую задачу (и отдельно за пункты *а* и *б* задачи № 1) ставилась одна из таких оценок: $+!$ $+$ $+.$ $\pm$ $\frac{+}{2}$ $\mp$ $-.$ 0

Это традиционная система оценок для московских математических олимпиад: $+$ ставится за верное решение, $-$ за неверное, $+!$ означает очень хорошее решение, $+.$ — верное решение с некоторыми математическими «шероховатостями», $\pm$ — верное решение с существенными недочётами. 0 ставится, если задача в работе не записана. Смысл остальных промежуточных оценок жюри обычно определяет отдельно по каждой задаче.

Грамоты «за успешное выступление на конкурсе по математике» и баллы многоборья присуждались следующим образом.

7 класс и младше. Выступление считается успешным, если решён хотя бы один пункт (то есть стоит оценка не хуже $\pm$; два вопроса задачи № 1 считаются за отдельные задачи). *е* не присуждается.

8 класс. Выступление считается успешным, если решена хотя бы одна задача (за которую поставлен хотя бы $\pm$). Два пункта первой задачи считаются за одну задачу; считается, что за эту задачу стоит хотя бы $\pm$, если за каждый пункт стоит хотя бы $\pm$.

е присуждается за хотя бы $\pm$ по любому пункту первой задачи.

9 класс. Выступление считается успешным, если решена хотя бы одна задача (за которую поставлен хотя бы $\pm$), и имеется хотя бы $\frac{+}{2}$ по ещё одной задаче (два пункта первой задачи считаются за одну задачу, за неё имеется хотя бы $\frac{+}{2}$, если хотя бы за один пункт имеется хотя бы $\pm$).

е присуждается за хотя бы $\pm$ по любой задаче.

10 класс. Выступление считается успешным, если решены хотя бы на $\pm$ хотя бы две задачи, начиная с задачи № 4.

е присуждается за хотя бы одну задачу, начиная с задачи № 4.

11 класс. Выступление считается успешным, если решены хотя бы на $\pm$ хотя бы две задачи, начиная с задачи 5.

е присуждается за хотя бы одну задачу, начиная с задачи № 4.

Конкурс по математическим играм

Когда-то конкурс по математическим играм был традиционным на Ломоносовском турнире. В этом году, после некоторого перерыва, конкурс в порядке эксперимента был организован снова и проводился только в МГУ для участников не старше 8 класса. Как и во всяком эксперименте, не всё получилось сразу — например, условия потом пришлось немного отредактировать[4].

Многие игры (описания, решения, программные реализации) ломоносовских турниров опубликованы в интернете по адресу `http://mathgames.mccme.ru`

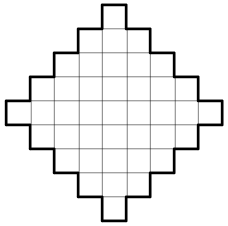
Условия игр

1. Двое по очереди красят в свой цвет узлы бесконечной клетчатой бумаги. Побеждает тот, кто первым поставит четыре свои точки в вершинах квадрата.

2. Нарисовано по кругу 12 кружочков. Игроки по очереди ставят в кружки числа от 1 до 12. Ходить можно куда угодно, но повторять числа нельзя и требуется соблюдать правило: рядом стоящие числа должны отличаться на 1. Кто не может сделать ход — проиграл.

3. Игроки ломают «клетчатую» шоколадку $m \times n$, меньшую часть съедают (если равны — любую), а оставшуюся дают сопернику. Кто не может ломать — проиграл. Кто выигрывает при правильной игре, если
а) $m = 2\,, n = 6$
б) $m = 5\,, n = 7$
в) $m = 10\,, n = 15$
г) $m = 4\,, n = 9$

4. Рассмотрим доску, изображённую на рисунке.



[4]Не удивляйтесь, если обнаружите небольшие различия между условиями, выданными вам на турнире, и текстами, опубликованными в этой книжке.

Её внешняя граница нарисована толстыми линиями, а внутренние отрезочки — тонкими. Двое ходят по очереди. Каждый ход — превращение одного тонкого единичного отрезочка в толстый. Если при ходе одного игрока вся граница некоторой клетки стала толстой, то в этой клетке он ставит крестик, если это первый игрок, и нолик (нолики), если это второй игрок. (Если толстый отрезок возник между двумя соседними клетками, уже обведёнными толстой «рамочкой», то после такого хода каждая из этих двух клеток будет ограничена толстыми отрезками. В этом случае игрок, делающих ход, ставит по одному своему знаку — крестику или нолику — в обе клетки). В конце игры все клетки доски будут помечены крестикам и ноликами. Побеждает тот, чьих знаков окажется больше.

5. Двое играют на доске 8×8, закрашивая её клетки — каждый в свой цвет (красный и синий для первого и второго игрока соответственно). В начальный момент времени клетка $a1$ закрашена в красный цвет, $h8$ в синий. За ход игрок красит одну из незакрашенных клеток, соседних (по вертикали или горизонтали) с последней закрашенной его цветом, в свой цвет — «ведёт змейку». Красить повторно или перекрашивать закрашенные противником нельзя! Кто не может сделать ход — проиграл.

6. Два игрока по очереди закрашивают (в один и тот же цвет) клетки в прямоугольнике $m \times n, m < n$, так, чтобы ни одна строка и ни один столбец не оказались бы полностью закрашенными. Проигрывает тот, кто не может сделать ход. Кто выигрывает при правильной игре, если:
а) $m = 2$
б) $m = 3$
в) $m = 4\,, n = 6$
г*) $m = 4\,, n = 5$.

Описания выигрышных стратегий и комментарии

Конкурс «Математические игры» большинству участников понравился, ребята с интересом играли и между собой и с ведущими. Однако, несмотря на пояснения и примеры, приводимые ведущими в начале каждого сеанса игр, многие так и не поняли, что такое стратегия игрока и как её описать. Некоторые просто писали: «первый игрок победит» или «второй победит», не указывая, как именно ему следует играть, другие ограничивались общими указаниями типа «первый должен играть так, чтобы второму стало некуда ходить».

Игрока, против которого мы играем, в играх принято называть «соперником» или «противником», но в работах некоторых школьников «противник» быстро превращается в «недруга» и даже во «врага»: «Нужно подставить своего недруга», «Нужно не оставить врагу никаких шансов», и уж совсем агрессивно: «Ни в коем случае нельзя ставить много квадратов на своей территории, а как можно прогрессивней двигаться на врага!»

Игра № 1 (построение квадрата).

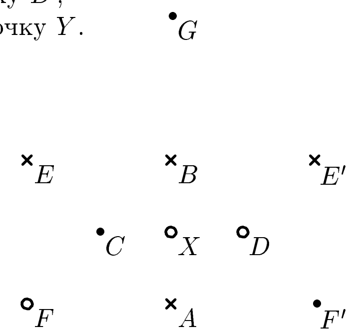
Эта довольно известная игра вызвала большой интерес у участников конкурса. Большинство ребят обнаружило, что первый игрок форсированно выигрывает, вынуждая противника ходить определённым образом и вскоре ставит «вилку». Стороны квадратов вовсе не обязательно расположены по линиям сетки; как написал один из участников, семиклассник Миша Гусев, «ставя отвлекающие точки, преследовать основную цель: большой, размашистый квадрат со сторонами не по линиям клеточек». Несмотря на то, что общий стиль игры ясен, точно описать стратегию непросто.

Ходы первого игрока будем обозначать крестиками, а ходы второго — кружочками. Первый игрок ставит на плоскости произвольную точку A. Пусть соперник отвечает ходом в точку X. Тогда первый ходит в точку B центрально симметричную точке A относительно точки X.

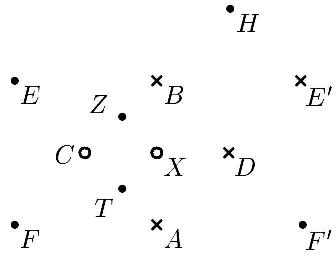
Очевидно, отрезок AB является диагональю единственного квадрата $ACBD$. Далее возможны две ситуации:

1) второй игрок ходит в точку C или точку D;

2) второй игрок ходит в любую другую точку Y.



Ситуация 1. Будем считать, что второй поставил точку D. Отрезок AB является стороной ровно двух квадратов. $ABEF$ и $ABE'F'$ (будем считать, что точка C — это центр первого квадрата, а точка D — центр второго). Тогда первый отметит точку E. Второй вынужден ходить в точку F. Теперь первый ходит в точку E'. Очевидно, второй не может дополнить точки D, F и X до квадрата, поэтому он проигрывает при следующем ходе первого (первый может дополнить любой из треугольников EAE' или ABE' до квадрата, а второй может помешать только одному из этих ходов).



Ситуация 2. Без ограничения общности можно считать, что квадрат $ABE'F'$ и точка Y находятся в разных полуплоскостях относительно прямой AB. Пусть отрезок CX является диагональю квадрата $CZXT$. Если точка Y совпадает с одной из точек Z или T, то первый ходит в точку C, иначе (этот случай показан на рисунке) ему следует отметить точку D.

В последнем случае второй вынужден ходить в точку C. Первый ходит в точку E'. Заметим, что так как точка Y не совпадает ни с одной из точек Z или C, второй не может дополнить свои точки X, Y и C до квадрата. Возникшая ситуация называется «вилкой»: если второй сделает ход в точку F', то первый следующим ходом дополнит треугольник BDE' до квадрата (точка Y этому не помешает, так как она лежит в другой полуплоскости относительно прямой AB) и выиграет; если же второй сделает ход в точку H, то первый построит квадрат $ABE'F'$ (точка Y не помешает по той же причине) и всё равно выиграет.

Оставшийся случай разбирается аналогично.

Игра № 2 (числа в кружочках).

Эта игра оказалась трудной для участников конкурса. Второй игрок может победить в ней, придерживаясь довольно общего для многих игр принципа симметрии. В данном случае на ход первого игрока второй должен ставить в противоположный кружочек игрового поля число, дополняющее число первого до 13. Такой ход, очевидно, всегда возможен и не нарушит правил: если число y поставлено первым игроком рядом с x и $|x - y| = 1$, то рядом окажутся $13 - x$ и $13 - y$, но $|13 - x - (13 - y)| = |x - y| = 1$. Таким образом ходы у первого игрока вскоре кончатся, и он проиграет.

Играя подобным образом, второй игрок победит при любом чётном числе кружков. При нечётном числе кружков авторы не знают стратегии ни для первого, ни для второго игрока.

Игра № 3 (разламывание шоколадки).

Игра эта может быть исследована так называемым «методом выигрышных и проигрышных позиций». Позицией в игре являются размеры очередного куска шоколадки (того, который будут ломать следующим ходом).

Назовём позицию проигрышной, если любой ход того, кому сейчас ходить, приводит к поражению (при разумной игре соперника). Напротив, позиция выигрышная, если тот, кому сейчас ходить, может сделать такой ход, что в результате победит, как бы ни играл соперник. Очевидно, что позиция, из которой можно сделать ход в проигрышную, выигрышная, а позиция, все ходы из которой проводят к выигрышной позиции, — проигрышная. В нашей игре позиции удобно изображать клетками бесконечной угловой таблицы, где по горизонтали отмечается длина, а по вертикали ширина шоколадки. В выигрышных клетках поставим «+», а в проигрышных «−». В клетке $(1;1)$, конечно, «−». Во всех клетках, откуда в неё можно попасть (а это $(1;2)$ и $(2;1)$), ставим «+». Там, откуда все ходы приводят к плюсам, ставим «−», и таблица постепенно заполняется. Правила перемещения по таблице, очевидно, такие: «можно ходить или влево, или вниз, причём ширина (в первом случае) и длина шоколадки (во втором случае) может уменьшиться не более чем в 2 раза».

В качестве примера приводим несколько последовательных шагов заполнения таблицы, начиная с левого нижнего угла. Каждый раз мы проверяем, нет ли клеток, откуда по правилам можно попасть только на «+» (если такие клетки находятся — ставим там «−»). А слева и сверху от каждого «−» рисуем «хвосты» из знаков «+», заполняя все клетки, из которых можно попасть в рассматриваемую клетку со знаком «−». Длина «хвоста» в горизонтальном (вертикальном) направлении, очевидно, равна номеру столбца (строки) данной клетки, считая слева (снизу). Первые 5 таблиц получены последовательно друг за другом, в конце мы приводим в качестве примера угол размером 14×15 (в него «помещается» условие пункта *в*).

```
−
```

```
+
− +
```

```
−
+ −
− + −
```

```
+
+
+ +
− +
+ − + +
− + − + + +
```

```
−
+
+ −
+ +
− + −
+ − + + −
− + − + + + −
```



```
+
+
+
+
+ +
+ +
+ +
− +
+ + +
+ − + +
+ + +   +
− + − + + +
+ − + + − + + + + +
− + − + + + − + + + + + + +
```

```
. . . . . . . . . . . . . . . .
+ + + + + + + + + + + + + − + .
+ + + + + − + + + + + + − + + .
+ + + + + + + + + + + − + + + .
+ − + + − + + + + + − + + + + .
+ + + + + + + + + − + + + + + .
+ + + − + + + + − + + + + + + .
+ + + + + + + − + + + + + + + .
− + − + + + − + + + + + + + − .
+ + + + + − + + + + + + − + + .
+ − + + − + + + + + − + + + + .
+ + + − + + + + − + + + + + + .
− + − + + + − + + + + + + + − .
+ − + + − + + + + + − + + + + .
− + − + + + − + + + + + + + − .
```

Видно, что в случаях *а*, *б*, *в* побеждает первый, а в случае *г* — второй игрок. При этом в первых двух пунктах первый игрок может придерживаться такой стратегии: всякий раз предлагать сопернику квадратную шоколадку. Для пункта *в* (5×15) такой принцип не пройдёт, нельзя сделать квадрат первым ходом. Поэтому первым ходом можно, например, оставить противнику шоколадку 5×11, а потом, в зависимости от его ответа, 2×11 или 5×5 и так далее.

Можно доказать (попробуйте это сделать самостоятельно), что при игре в шоколадку $n \times m$ $(n \leqslant m)$ второй может гарантированно победить только при $m = (n + 1) \cdot 2^k - 1$, где $k = 0, 1, 2, 3, \ldots$, а во всех иных случаях победит начинающий игру.

Игра №4 («крестики-нолики»)

С этой игрой произошла неожиданность. Авторское решение задания было основано на центральной симметрии: второй игрок победит, обводя (то есть делая толстым) отрезок, симметричный относительно центра фигуры отрезку, обведённому первым игроком. При этом центральную клетку займут нолики (отчего и победят), а количество всех остальных ноликов будет равно количеству всех крестиков.

Однако несколько участников конкурса нашли иную, в каком-то смысле более сильную стратегию для второго игрока: он может на ходы первого отвечать симметрично относительно прямой, содержащей диагональ центральной клетки. В этом случае ноликам достаются целых 5 лишних клеток (те, что на этой прямой)!

Игра № 5 («змейка»).

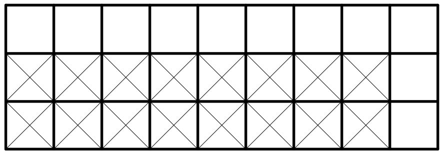
Эта игра очень понравилась участникам, почти все упомянули её в работах. Многие поняли её как борьбу за территорию: «Надо отрезать противнику путь, и он замкнётся», «надо отрезать от противника бо́льшую часть доски». Победить в борьбе может второй игрок, руководствуясь всё той же симметричной стратегией: делая свой ход центрально-симметрично ходу соперника, он не нарушит правил, и последний ход будет за ним.

Игра № 6 (закрашивание клеток).

При описании стратегий в этой игре мы будем считать, что на игровом поле строчки не короче столбцов.

Игра на поле $2 \times n$ — это так называемая «игра-шутка»: в ней исход игры предопределён и не зависит от ходов игроков. Ясно, что каждый ход производится в новый столбец; в любой нетронутый столбец пойти всегда может каждый игрок. Поэтому исход этой игры зависит только от чётности числа столбцов: при чётном n победит второй, а при нечётном n — первый игрок.

Игра на поле $3 \times n$ поначалу кажется несложной. Создаётся впечатление, что второй игрок побеждает, следуя простому правилу: отвечать в тот же столбец, куда ходил только что первый. Действительно, такой ход всегда возможен, всегда вынуждает первого игрока «открывать» новый столбец, но если следовать этой стратегии «бездумно», то в конце игры может возникнуть, например, такое положение:



Первый может закрасить верхний правый угол и победить! Чтобы избежать такого исхода, второй игрок должен аккуратно разыграть эндшпиль: перед предпоследним ходом убедиться, что нет пустой строки, а если таковая есть, то закрасить свою клетку именно в ней. Тогда победа ему гарантирована.

В игре на поле 4×6 победит второй, придерживаясь центрально-симметричной стратегии. (Эта же стратегия позволяет выиграть второму игроку на любом поле, и длина, и ширина которого — чётные).

В общем случае $m \times n$ выигрышной стратегии для какого-либо из игроков авторы не знают.

Игра на поле 4×5 — достаточно простая для полного компьютерного перебора (написание соответствующей программы вполне по силам для школьника; обращаем ваше внимание на то, что игровая позиция по сути не меняется от перестановок строк и столбцов, этим можно воспользоваться для существенного сокращения вариантов перебора).

К сожалению, жюри Ломоносовского турнира не удалось придумать «некомпьютерное» решение, а также сформулировать достаточно простую, интересную и компактную (для публикации в этой книжке) выигрышную стратегию. Если вам удастся это сделать — очень хорошо. А пока эту игру можно использовать именно в качестве игры, а не математической задачи.

Игры № 1 и № 3 — математический фольклор (сами игры известны давно, а вот их авторы давно забыты); остальные игры предложили: № 2 — Александр Хачатурян, № 4 — Мария Ахмеджанова, № 5 — Александр Спивак, № 6 — Виктор Клепцын.

Критерии награждения

Каждый пункт каждой задачи оценивался 5 баллами. В случае неполного решения ставилось меньшее количество баллов (например, если в решении игры 6*б* была указана стратегия «отвечать в тот же столбец, куда ходил только что первый», но не разбиралось окончание игры, за это ставилось только 3 балла). Все полученные участником конкурса баллы суммировались.

За ответы во время самого конкурса участники могли получить дополнительно 3–4 балла.

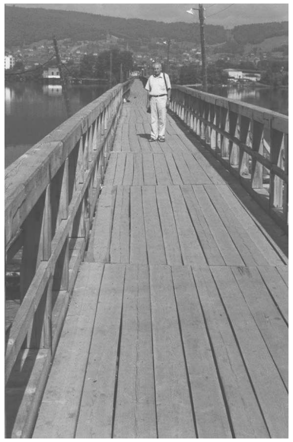
«За успешное выступление на конкурсе по математическим играм» награждались школьники, набравшие 10 баллов и больше, балл многобрья (*е*) давался за 5–9 баллов.

Конкурс по физике

Задания

В скобках после номера задачи указаны классы, которым эта задача рекомендуется. Достаточно решить задачи своего класса, причём не обязательно все. Решать остальные задачи тоже можно.

1. (6–9) «Волшебный мостик». Перед вами две фотографии деревянного мостика (через реку Белая, город Белорецк, лето 2002 года). На левом фотоснимке видны перила с двух сторон мостика (как это на самом деле и есть), а на правом — только с одной. Куда и почему «делись» перила? (Перила никто не отпиливал, фотомонтаж не применялся).

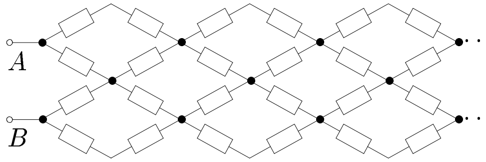


2. (6–9) Определите приблизительно среднюю скорость мячика во время игры в футбол.

3. (7–11) Трёхголовый Змей Горыныч нашёл в Чистом поле (никаких деревьев нет и вообще зацепиться не за что) кусок крепкой верёвки. Горыныч может каждой из своих голов вцепиться зубами в любое место верёвки и тянуть за это место в любую сторону с силой 1 Ньютон или меньше. Какую силу натяжения верёвка должна выдерживать, чтобы Змей Горыныч не смог её порвать? Неуклюжий Горыныч не может зацепить верёвку за себя и достать до неё лапами, крыльями или хвостом.

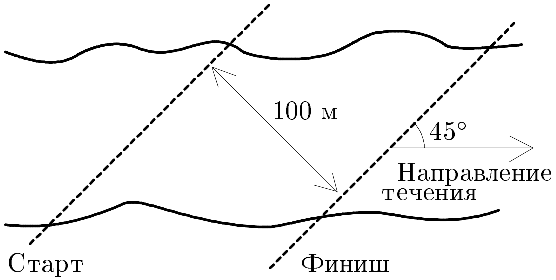
4. (8–9) Подвесим к штативу грузик на проволоке. Вынесем эту конструкцию на мороз. В результате охлаждения длина проволоки уменьшилась, грузик поднялся на некоторую высоту. Откуда взялась энергия для увеличения потенциальной энергии грузика?

5. (8–11) Найти сопротивление между точками A и B бесконечной цепочки резисторов (сопротивление каждого резистора R).



6. (8–11) Иногда солнечный зайчик почти точно повторяет форму зеркала, которым его «пускают», иногда только приблизительно, а иногда солнечный зайчик по форме на зеркало совсем не похож. От чего это зависит?

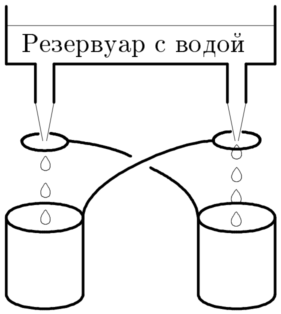
7. (9–11) Соревнования по плаванию проводятся в речке со скоростью течения $v_0 = 5$ км/ч. Линия финиша натянута через речку под углом 45° к направлению течения. Спортсмены размещаются выше по течению на расстоянии $L = 100$ м от линии финиша и после старта могут плыть в любом направлении. Через какое время спортсмен, умеющий плавать со скоростью v, доплывёт до финиша, если будет плыть в правильную сторону?



8. (10–11) Конец бревна привязали верёвкой длины h к якорю и эту конструкцию бросили в водоём. Построить график (или хотя бы эскиз графика) зависимости силы натяжения верёвки от уровня воды в водоёме. Плотность бревна ρ меньше плотности воды ρ_0, длина бревна L, масса M. Верёвку можно считать нерастяжимой, тонкой и невесомой.

9. (10–11) «Устройство для получения электричества из воды».

Из резервуара с водой выходят две трубки, из которых сквозь металлические кольца (расположенные около мест образования капель) капает вода. Капли попадают в металлические сосуды, каждый сосуд соединён проводом с кольцом, сквозь которое вода капает в другой сосуд. Других электрических соединений в устройстве нет (сосуды изолированы друг от друга и резервуара с водой). В процессе капания воды металлические сосуды приобретают разноимённые электрические заряды. Объясните, как и почему такое устройство работает.



Ответы и решения к заданиям конкурса по физике

1. Правый фотоснимок был сделан фотоаппаратом, установленным на горизонтальной поверхности левых перил моста. По ряду причин (разумеется, индивидуальных для каждого человека) эту поверхность (занимающую почти весь передний план фотоснимка) можно ошибочно принять за пешеходную поверхность моста.

Среди причин (ответ на вопрос «почему?») можно условно выделить следующие:
1) фотография сделана в неестественном для человека ракурсе (расположить глаза таким же образом, как фотоаппарат, трудно — мешается подбородок и нос — если смотреть с конца перил);
2) весь мост изготовлен из одного и того же материала (дерева), длительное время находившегося в сходных условиях (у поверхности воды, как понятно из фотографии и условия задачи), поэтому все поверхности имеют одинаковые оптические свойства (цвет, отражающая способность, светорассеяние) и не различаются на фотографии по этим признакам;
3) граница тени на пешеходной поверхности от правых перил практически совпадает с правой границей левых перил, из-за чего создаётся впечатление, что эта тень падает не на «своё место», а на поверхность левых перил, из-за чего эти поверхности путаются.
4) невысокое качество воспроизведения фотографии при тиражировании условий задач на ризографе (заметим, что при рассматривании качественных цветных оригиналов этих фотографий описанный в задаче зрительный эффект также наблюдается).

При внимательном сравнении фотографий достаточно легко обнаружить, что на левом снимке пешеходная поверхность состоит примерно из 10 параллельных досок, а на правом — только из одной; причём размеры этой «доски» (ширина и длина) явно противоречат биологическим представлениям о высоте и диаметре растущих на земле деревьев.

2. Годятся любые разумные соображения. Например (из работы школьника, пересказ): «Во время игры мячик практически никогда не стоит на месте. За ним всё время бегают, но редко догоняют. Скорость бега человека примерно 3–4 м/с, значит средняя скорость мячика примерно 5 м/с».

Решения, авторы которых немного схитрили и рассматривали векторную среднюю скорость, также признавались правильными. Эта скорость, очевидно, примерно равна 0 и не больше, чем

$$\frac{\text{расстояние от центра до угла футбольного поля}}{\text{время игры}}$$

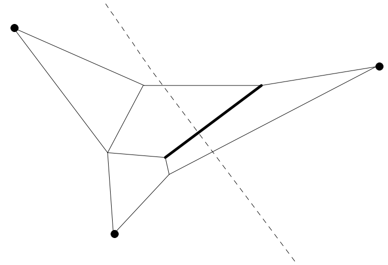
3. Ответ: 1 Ньютон.

Если верёвка выдерживает натяжение менее 1 Н, Змей Горыныч может порвать верёвку, растягивая её двумя головами.

Теперь докажем, что Горыныч не может натянуть какой-нибудь участок верёвки с силой больше 1 Н. Предположим, что Горынычу это каким-то образом удалось сделать. Уточним, что головой Змея Горыныча мы считаем точку, из которой может расходится несколько верёвок и модуль векторной суммы натяжений этих верёвок не больше 1 Ньютона.

Выберем участок верёвки, натянутый с силой больше 1 Ньютона (на рисунке показан жирным отрезком), и какую-нибудь точку на нём. Проведём через эту точку плоскость, перпендикулярную выбранному участку верёвки (пересечение этой плоскости с плоскостью рисунка показано пунктирной линией). Для простоты будем считать, что эта плоскость не проходит ни через какую голову (если это окажется не так — выберем другую точку и перпендикулярную плоскость, и т. д.; головы всего 3, поэтому на четвёртый раз нам обязательно повезёт).

С какой-то стороны от плоскости окажется не больше одной головы Горыныча (потому что у него всего 3 головы). И уравновесить силу натяжения выбранного участка верёвки с этой стороны от плоскости окажется невозможным. Получилось противоречие.



Приведённое выше решение (оно может показаться сложноватым) годится для случая, когда Змею Горынычу разрешается складывать верёвку, вязать узлы, делать «паутину», пропускать верёвку между зубами (по предложению участников турнира), используя их в качестве блоков, и т. п., то есть разбирается самый общий случай.

4. Основная работа по перемещению грузика на бо́льшую высоту была совершена проволокой. В тоже время внутренняя (тепловая) энергия проволоки в результате охлаждения уменьшилась. Логично предположить (так на самом деле и есть), что часть этой энергии пошла не на нагревание атмосферы, а на совершение работы по перемещению грузика.

Более тонкий (но существенный) эффект. Энергия упругой деформации проволоки (в простейшем случае равная $\frac{k(\Delta x)^2}{2}$) в результате охлаждения могла уменьшиться (как в результате возможного уменьшения удлинения проволоки Δx, так и(или) в результате возможного уменьшения жёсткости k). В таком случае можно условно считать, что на увеличение потенциальной энергии грузика частично была потрачена энергия упругой деформации проволоки.

Один из участников турнира совершенно справедливо отметил, что внутренняя энергия проволоки сначала превращается в кинетическую (перемещение проволоки, кроме верхнего конца), а затем в потенциальную энергию грузика (в результате неупругого взаимодействия проволоки с грузиком).

Разумеется, приведённый список энергообменных процессов в рассматриваемой системе — не исчерпывающий. Например, можно учесть уменьшение потенциальной энергии атмосферы (направление силы Архимеда совпадает с направлением перемещения грузика). Этот эффект скорее всего окажется несущественным. Но формально в условии ничего не написано про массу и плотность грузика — каждый решающий задачу может представлять себе этот грузик по-своему.

5. Ответ: $\sqrt{2}R$.

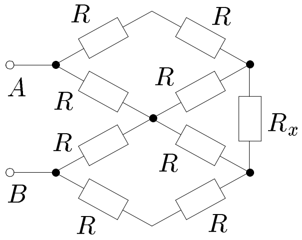
Наиболее простой способ решения подобных задач с бесконечными цепочками — обозначить как-нибудь (например, R_x) сопротивление всей цепочки. Потом «отцепить» от цепочки часть так, чтобы оставшийся бесконечный «хвост» совпадал с исходной схемой. Затем заменить хвост на резистор сопротивлением R_x и рассчитать по обычным правилам сопротивление схемы из конечного числа резисторов (которое тоже равно R_x). Получится уравнение $R_x = f(R, R_x)$, корнем (одним из корней) которого является решение задачи.

Приводим один из возможных вариантов реализации вышеописанной идеи решения для нашей задачи.

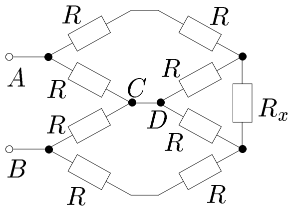
1. Обозначим сопротивление всей цепочки через R_x.

2. Оставим слева 8 резисторов, а оставшийся «хвост» (полностью

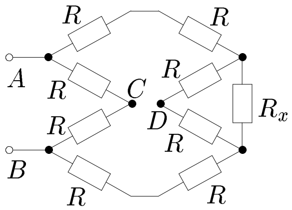
совпадающий с исходной цепочкой) заменяем на резистор сопротивлением R_x.



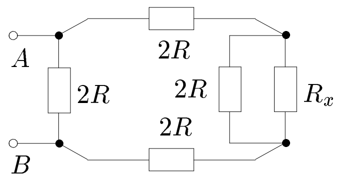
3. Немного перерисуем схему, для удобства обозначим буквами C и D соединения в центральной части схемы.



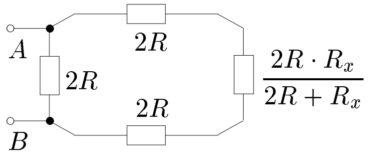
По проводу между точками C и D ток не течёт, поэтому этот провод из схемы можно удалить. (Пусть в направлении CD течёт ток I. Поменяем на клеммах A и B полярность на противоположную — с одной стороны ток должен измениться на $-I$, с другой — остаться таким же, так как получившаяся схема оказалась такой же, как и до перемены полярности. Следовательно, $I = 0$. Другое пояснение. Получившаяся схема симметрична, и точка C, и точка D находятся на одной и той же «оси симметрии» и, следовательно, имеют одинаковые потенциалы. Если такие точки соединить проводом, ток по этому проводу не потечёт).

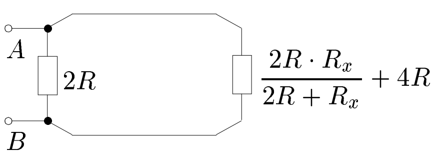


4. Заменяем все последовательные цепочки —R—R— на —$2R$—. Схема становится совсем простой.



5. Окончательно упрощаем схему





и сводим её к единственному резистору сопротивлением

$$R_x = \frac{2R\cdot\left(\dfrac{2R\cdot R_x}{2R+R_x}+4R\right)}{2R+\left(\dfrac{2R\cdot R_x}{2R+R_x}+4R\right)} = \frac{2R\cdot\dfrac{8R^2+6R\cdot R_x}{2R+R_x}}{2R+\dfrac{8R^2+6R\cdot R_x}{2R+R_x}}$$

(напомним простой факт, которым мы выше несколько раз воспользовались: сопротивление схемы из двух параллельно соединённых резисторов R_1 и R_2 равно $\dfrac{R_1\cdot R_2}{R_1+R_2}$).

6. Решаем полученное уравнение. Умножим числитель и знаменатель правой части уравнения на $(2R+R_x)$

$$R_x = \frac{2R\cdot(8R^2+6R\cdot R_x)}{2R\cdot(2R+R_x)+8R^2+6R\cdot R_x}$$

Разделим числитель и знаменатель правой части уравнения на $2R$

$$R_x = \frac{8R^2+6R\cdot R_x}{2R+R_x+4R+3R_x}$$

$$R_x = \frac{8R^2+6R\cdot R_x}{6R+4R_x}$$

$$R_x = \frac{4R^2+3R\cdot R_x}{3R+2R_x}$$

$$R_x\cdot(3R+2R_x) = 4R^2+3R\cdot R_x$$

$$3R\cdot R_x+2R_x^2 = 4R^2+3R\cdot R_x$$

$$2R_x^2 = 4R^2 \qquad R_x^2 = 2R^2 \qquad R_x = \pm\sqrt{2}R \qquad R_x = \sqrt{2}R$$

Если $R > 0$ (что часто подразумевается при употреблении термина «резистор»), то решение $-\sqrt{2}R$ не имеет физического смысла. Однако, бывают схемы и устройства, для которых формально выполняется закон Ома $I = U/R$, где величина R не является положительным числом. Отбор «лишних» корней в этом случае усложняется.

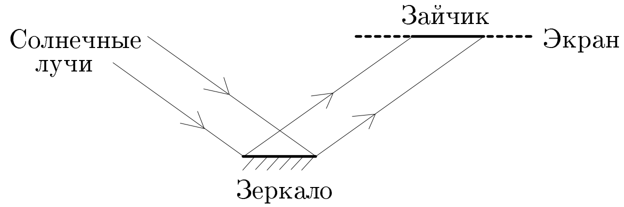
Бесконечные цепочки интересны не только сами по себе — они являются моделями многих явлений в электротехнике (например: два проводника — цепочки из резисторов с маленьким сопротивлением, изоляция между проводниками — поперечные резисторы с «большим» сопротивлением), биофизике (например, трубчатая нервная клетка, у которой сопротивление поверхностей мембраны существенно меньше сопротивления через мембрану) и др.

Мы очень подробно расписали решение задачи главным образом для тех читателей, которые столкнулись с бесконечными цепочками резисторов впервые — чтобы дать возможность хорошо во всём разобраться. От участников турнира такого подробного и длинного решения, разумеется, не требуется.

6. Предполагаем, что зеркало самое обыкновенное, в частности, плоское. Также для простоты будем считать плоской поверхность (экран), на которую падает «зайчик».

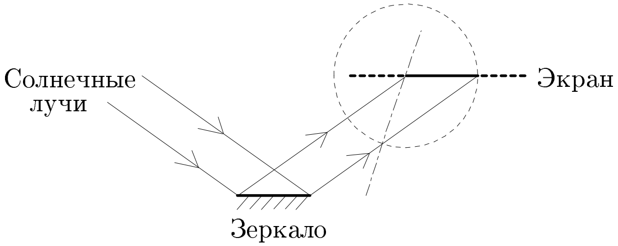
Первая очевидная причина возможного искажения формы зайчика — ориентация плоскости экрана (поверхности, на которой наблюдается изображение «зайчика»). Наклоняя экран под разными углами можно «растягивать» «зайчик» в разных направлениях.

Для упрощения объяснения будем временно считать солнечные лучи параллельными и нарисуем схему образования «солнечного зайчика».



На этой схеме изображена ситуация, когда плоскость экрана параллельна плоскости зеркала (и обе они перпендикулярны плоскости страницы). Из простых геометрических соображений понятно, что форма зайчика в этом случае совпадает с формой зеркала.

А можно ли ещё как-нибудь расположить экран, чтобы форма зайчика совпала с формой зеркала? Построим на рисунке окружность, радиус которой равен длине отрезка, изображающего «зайчик», а центром является левый конец этого отрезка. Понятно, что есть ещё одна (и только одна, то есть всего две для одного положения Солнца и зеркала) такая ориентация плоскости экрана.



Эта ориентация показана штрихпунктирной линией — условной линией пересечения плоскости экрана (в этой ориентации) с плоскостью страницы (эти плоскости перпендикулярны).

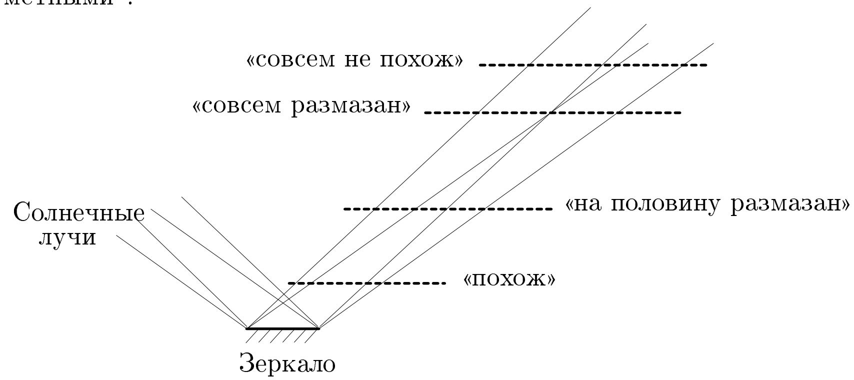
Также понятно, что (при заданных положениях зеркала, Солнца и плоскости рисунка) если плоскость экрана не будет перпендикулярной плоскости рисунка, то зайчик растянется по экрану (в направлении, перпендикулярном линии пересечения плоскости экрана и плоскости рисунка).

Выше мы специально употребили слово «ориентация» вместо, например, слова «расположение», подчёркивая, что экран можно передвигать, но нельзя наклонять (менять ориентацию в пространстве).

Вторая причина — Солнце в условиях этой задачи нельзя считать точечным источником света, что очевидно, если (аккуратно!) на него посмотреть — Солнце видно с Земли в виде диска, а вовсе не точки. Солнечные лучи, следовательно, нельзя считать параллельными. В результате границы зайчика, которые в первом случае мы считали линиями, на самом деле оказываются размытыми. Ширина размытых границ может даже оказаться больше размеров зайчика (в этом случае «солнечный зайчик по форме на зеркало совсем не похож»).

На каждую точку зеркала лучи попадают со всей видимой поверхности Солнца в виде конуса (угол при вершине этого конуса называется видимым угловым размером Солнца и составляет примерно 0,5°) и отражаются в виде конуса с таким же углом. На экране этот конус даст изображение в виде окружности (или эллипса, если экран ориентирован не перпендикулярно оси конуса). Легко сообразить, что любая деталь формы зеркала на изображении «зайчика» будет «размазана» до размеров (диаметра) такой окружности. Соответственно, все детали

формы зеркала (в том числе и его граница), по размерам намного бóльшие диаметра этой окружности, уцелеют, сравнимые с ней по размерам — окажутся размазанными, а намного меньшие — станут незаметными[5].



(на схеме угловые размеры Солнца для наглядности сильно преувеличены)

Очевидно, что если в центральной части зайчика касаются две окружности, образованные конусами от противоположных точек границы зеркала (это как раз соответствует пограничному случаю, когда контуры зайчика уже сильно размыты, но ещё повторяют контуры зеркала), то угол между направлениями на эти точки при наблюдении от зайчика как раз равен углу этих конусов (простое построение — вертикальные углы), то есть, в свою очередь, угловому размеру Солнца при наблюдении с Земли. Этот же угол вполне справедливо можно считать угловым размером зеркала при наблюдении от «зайчика».

Вывод: если угловые размеры зеркала существенно больше угловых размеров Солнца то форма границы зайчика достаточно точно повторяет контуры зеркала, если эти размеры примерно одинаковы — контуры зеркала воспроизводятся нечётко, если, наоборот, угловые размеры зеркала существенно меньше угловых размеров Солнца то форма контуров «зайчика» не зависит от формы зеркала[6]. (Имеются ввиду угловые размеры зеркала и Солнца при наблюдении с того места экрана, где расположено изображение «зайчика».)

[5] Эти детали часто можно восстановить с помощью компьютерной обработки данных о форме и распределении освещённости солнечного зайчика. «На глазок» это сделать скорее всего невозможно, хотя у людей, длительное время занимающихся оптикой, появляется определённый опыт оценки исходной формы предмета по размытому изображению.

[6] Но может случайно совпасть с формой зеркала, например, если зеркало — круглое и зайчик представляет собой размытое пятно округлой формы.

Замечание. Если мы занимаемся пусканием **Солнечных** «зайчиков» не на Земле, а на другой планете, то в решении нужно заменить Землю на название этой планеты (угловые размеры Солнца при наблюдении с этой планеты будут другими, отличающимися от земных)[7].

7. Ответ: $\dfrac{L}{v+v_1} = \dfrac{L}{v+(v_0/\sqrt{2})}$.

Пусть один из спортсменов плавать не умеет (только держится на воде, $v = 0$). Тогда он доплывёт до финиша по течению, проплыв расстояние $\sqrt{2}L$ за время $t_1 = \sqrt{2}L/v_0$. Его скорость сближения с линией финиша составляет $v_1 = L/t = L/(\sqrt{2}L/v_0) = v_0/\sqrt{2}$.

Другой спортсмен, стартовавший с того же места, умеющий плавать со скоростью v, может за время t уплыть от первого «спортсмена» на расстояние vt в любую сторону, в том числе и в сторону финиша.

Если к какому-то моменту времени t после старта расстояние от первого спортсмена до финиша равно vt, это как раз означает, что второй спортсмен в этот момент финишировал. Составим и решим уравнение.

$vt = L - v_1 t$

$(v + v_1)t = L$

$t = \dfrac{L}{v+v_1} = \dfrac{L}{v+(v_0/\sqrt{2})}$

8. Уровень воды в водоёме будем обозначать буквой H, силу натяжения верёвки — F.

Два участка графика строятся совсем просто. Если глубина меньше длины верёвки ($H < h$), то бревно будет свободно плавать на поверхности воды, верёвка при этом не натягивается ($F = 0$).

Если глубина больше суммы длин верёвки и бревна ($H > h + L$), то бревно, очевидно, будет полностью находиться под водой. В этом случае на бревно действует сила Архимеда $F_{\text{Арх}} = \rho_0 g V_{\text{бревна}} = \dfrac{\rho_0}{\rho} Mg$, которая уравновешивается силой тяжести Mg и силой натяжения верёвки F, то есть

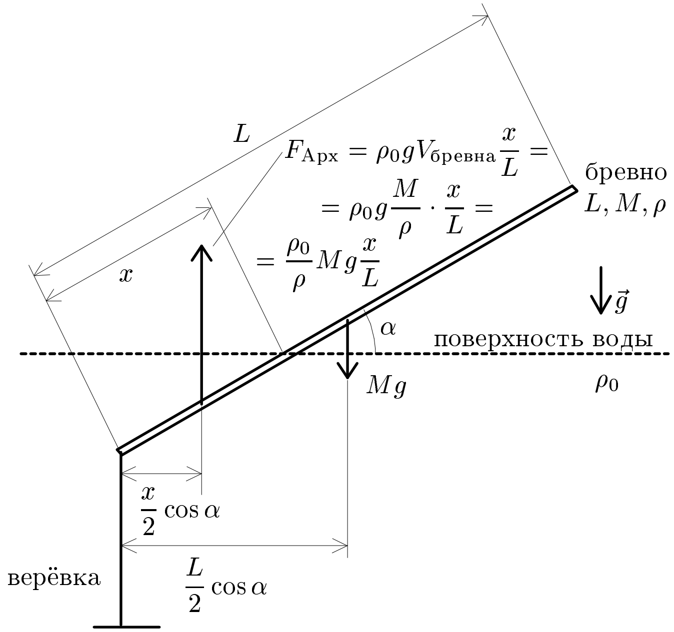
$$F + Mg = \frac{\rho_0}{\rho} Mg$$

и

$$F = F_{\text{Арх}} - Mg = \frac{\rho_0}{\rho} Mg - Mg = \left(\frac{\rho_0}{\rho} - 1\right) Mg\,.$$

[7]А Солнце всегда останется на месте — в условии задачи сказано, что зайчик именно солнечный.

Теперь разберём промежуточный случай $h < H < h + L$. Возможное положение бревна в таком случае показано на рисунке



(вертикальность положения нити очевидна — у силы тяжести и силы Архимеда, действующих на бревно, нет горизонтальных составляющих, следовательно, эти силы не могут скомпенсировать горизонтальной составляющей силы натяжения наклонной нити; условия устойчивости равновесия бревна в вертикальном и наклонном положении в основном будут понятны из дальнейшего решения, для простоты формально мы их определять не будем).

Пусть x — длина погруженной в воду части бревна, α — угол наклона бревна (угол между бревном и горизонталью). Сила Архимеда действует только на погруженную в воду часть бревна и она в $\dfrac{x}{L}$ раз «больше» (меньше[8]) силы Архимеда, действующей на всё бревно, то есть равна $\dfrac{x}{L} \cdot \dfrac{\rho_0}{\rho} Mg$.

Чтобы бревно не вращалось в вертикальной плоскости вокруг конца, к которому привязана верёвка, необходимо равенство компенсирующих

[8]Имеется ввиду, что силу нужно умножать на коэффициент $\dfrac{x}{L}$ и $\dfrac{x}{L} < 1$.

друг друга моментов силы тяжести и силы Архимеда относительно этого конца (других сил, действующих на бревно и имеющих ненулевые моменты относительно этой точки, нет).

$$Mg \cdot \frac{L}{2} \cos\alpha = \frac{x}{L} \frac{\rho_0}{\rho} Mg \cdot \frac{x}{2} \cos\alpha$$

Сократим полученное уравнение (уравнение моментов) на очевидно не равное 0 выражение $\dfrac{Mg}{2}$, получится

$$L \cos\alpha = \frac{x}{L} \frac{\rho_0}{\rho} x \cos\alpha$$

или

$$L^2 \cos\alpha = x^2 \frac{\rho_0}{\rho} \cos\alpha$$

Это условие может выполняться только или если $\cos\alpha = 0$ (то есть $\alpha = 90°$ — бревно находится в вертикальном положении и под водой может находится любая его часть), или

$$x = \sqrt{\frac{\rho}{\rho_0}}\, L$$

(угол α при этом может быть любым $< 90°$, длина погруженной части бревна, как оказалось, **не зависит от угла наклона**).

В случае $\alpha < 90°$ сила Архимеда, действующая на бревно (погруженный в воду участок бревна), равна

$$\frac{x}{L} \cdot \frac{\rho_0}{\rho} Mg = \frac{\sqrt{\frac{\rho}{\rho_0}}\, L}{L} \cdot \frac{\rho_0}{\rho} Mg = \sqrt{\frac{\rho}{\rho_0}} \cdot \frac{\rho_0}{\rho} Mg = \sqrt{\frac{\rho_0}{\rho}} Mg\,,$$

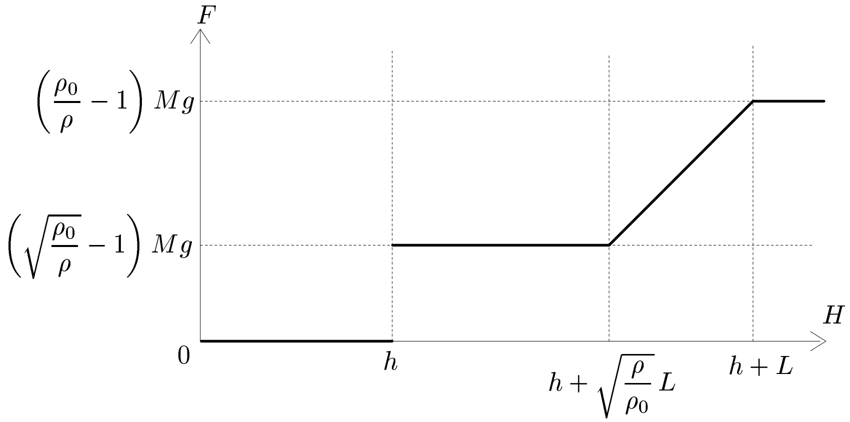
а сила натяжения верёвки (в этом случае), соответственно, разности силы Архимеда и силы тяжести

$$F = \sqrt{\frac{\rho_0}{\rho}} Mg - Mg = \left(\sqrt{\frac{\rho_0}{\rho}} - 1\right) Mg$$

Теперь понятно, что после того, как уровень воды превысит значение $h + \sqrt{\dfrac{\rho}{\rho_0}}\, L$, бревно примет вертикальное положение (любое другое положение противоречит уравнению моментов) и при дальнейшем увеличении уровня воды сила Архимеда и, следовательно, сила натяжения

верёвки будут линейно возрастать до тех пор, пока бревно полностью не погрузится под воду; после этого силы меняться перестанут. Формулу для этой линейной зависимости можно легко получить, но, поскольку в условии задачи требуется только построить график, мы просто соединим две соответствующие точки на графике прямой линией.

Окончательный график получается таким:



9. Сразу отметим, что устройство, собранное по приведённой в условии схеме, будет работать совсем не обязательно (к большому сожалению собирающих).

Кроме того, нереально придумать объяснение, подходящее ко всем работающим устройствам: для этого пришлось бы учесть все возможные детали конструкции каждого конкретного устройства и внешние условия, в которых оно находится.

Поэтому поступим так: сначала приведём простое, но очень поверхностное и неточное объяснение, а затем — наиболее интересные и не слишком сложные уточнения и разъяснения.

Простое объяснение. Пусть правая (на рисунке) банка и, соответственно, левое металлическое кольцо (соединённое с банкой проводником) имеют положительный электрический заряд, а левая банка и правое кольцо — отрицательный электрический заряд. (В том, как эти заряды возникли, мы пока разбираться не будем).

Вода — проводник, в ней находятся электрические заряды (положительные и отрицательные), которые могут перемещаться в пределах занимаемого водой объёма (но не могут этот объём покинуть, так как он ограничен изолирующими стенками сосуда и воздухом, который тоже плохо проводит электричество).

Под действием электростатических сил положительные заряды притягиваются к левому кольцу (и, соответственно, собираются в воде, находящейся около конца правой трубки), а отрицательные заряды по аналогичной причине располагаются около конца левой трубки. Явление перераспределения зарядов в проводнике в результате взаимодействия с другими заряженными телами называется поляризацией.

В результате капли воды, капающие из правой трубки, оказываются заряженными положительно, а капающие из левой трубки — заряженными отрицательно.

Капающие из правой трубки положительно заряженные капли пролетают сквозь отрицательно заряженное кольцо и затем попадают в положительно заряженную банку (силы притяжения капли к противоположно заряженному кольцу и отталкивания от одноимённо заряженной банки преодолеваются силой тяжести).

Аналогично, отрицательно заряженные капли, капающие из левой трубки, попадают в левую (отрицательно заряженную) банку.

Таким образом, в указанном процессе происходит накопление зарядов в металлических банках (и связанных с ними проводниками кольцах). По мере увеличения этих зарядов происходит усиление поляризации воды в резервуаре, и, вследствие этого, увеличение зарядов вновь образующихся капель (по сравнению с зарядами образовавшихся ранее). То есть процесс оказывается самонарастающим (или, по крайней мере, самоподдерживающимся).

Уточнения и разъяснения.

1. Объясняя причины перераспределения зарядов по находящейся в резервуаре воде, правильнее говорить об электростатических потенциалах, создаваемых в соответствующих местах (точнее, разности потенциалов между концом левой трубки и концом правой трубки). Когда на банках (а также кольцах и соединяющих их проводниках) уже накоплены достаточно большие заряды, именно эти заряды и вносят основной вклад в соответствующие потенциалы.

2. До этого момента основной вклад в потенциалы создают другие заряды, появление которых в каждом конкретном случае обусловлено случайными причинами (которые физики называют флуктуациями). Разность потенциалов может быть обусловлена потенциалом Земли, зарядами на одежде экспериментатора и зрителей, работой находящейся рядом радиоэлектронной аппаратуры, летающими по воздуху заряженными пылинками и т. п.

3. На первый взгляд может показаться странным, что в процессе работы «симметричного» устройства на одной из его «симметричных

частей появляется положительный заряд, а на другой — отрицательный. (Кто «решает», куда заряд какого знака поместить?)

Как уже объяснялось выше, это «решение» зависит от многих случайных причин. К тому же практически сделать абсолютно симметричную конструкцию невозможно. А если бы это и получилось — создать абсолютно симметричные внешние условия всё равно нельзя.

4. Как отмечалось и объяснялось выше, возникшее небольшое перераспределение зарядов может самопроизвольно нарастать. Но мы не утверждаем, что так будет всегда и обязательно. Прежде чем прибор «заработает», распределение зарядов может поменяться на противоположное, и не один раз.

5. Во всяком физическом эксперименте интересно не только теоретическое обоснование, но и результаты. То есть интересно проверить, действительно ли на банках и соединённых с ними металлических частях устройства скапливаются электрические заряды. Мы рекомендуем для этой цели несколько простых способов.

а) Подвесить на тоненькой проволочке к металлической части (заряд которой мы хотим проверить) два лёгких кусочка металлической фольги («лепестка»), например, сделанных из обёртки конфеты. Когда накопится достаточно большой заряд, эти лепестки будут отталкиваться друг от друга. Лепестки должны висеть на проволоке свободно, например, в них можно проткнуть дырки и на проволоку надеть. Годится также кусочек новогоднего «дождика», который можно проткнуть посередине (лепестками будут два свисающих конца).

б) Соединить металлические банки проволокой, затем проволоку разрезать, оставив между разрезанными частями зазор не больше 1 мм. В темноте можно увидеть, как через этот зазор время от времени проскакивают искры.

в) Внимательно наблюдать за каплями. Их траектории в результате действия сил притяжения к кольцам и сил отталкивания от банок могут заметно искривляться.

г) Соединить металлические банки неоновой (газоразрядной лампочкой) — она будет периодически вспыхивать. Заметим, что нужна именно газоразрядная лампочка, которая «загорается» только при определённом напряжении, а до этого является изолятором. Обычная лампочка накаливания не годится — она является проводником и не даст накапливаться разноимённым зарядам. Аналогичная проблема может возникнуть и с электроизмерительными приборами (например, обычным школьным вольтметром).

В любом случае при проведении эксперимента требуется терпение — иногда заметный эффект не появляется достаточно долго — минут 5–10 или даже дольше. Почему это происходит? Одна из правдоподобных гипотез — на заряжающиеся части устройства оседают летающие вокруг пылинки противоположного знака (тем самым уменьшают заряд). Соответственно, приходится ждать, пока устройство «отловит» летающую вокруг заряженную пыль.

Описанное в задаче приспособление иногда называется «капельницей Кельвина», по имени предполагаемого изобретателя. Несколько усложнив конструкцию, на основе предложенной в условии задачи схемы можно собрать устройство, создающее напряжение в несколько тысяч Вольт; такие устройства раньше использовались в физических экспериментах в качестве простых (но не очень совершенных) генераторов высокого напряжения. Более подробное описание мы не даём — оно достаточно сложное для «школьной» книжки, и к тому же последствия экспериментов с высоким напряжением могут оказаться вредными для здоровья.

Критерии проверки и награждения

За каждую задачу ставилась одна из таких оценок: $+!$ $+$ $+.$ $\pm$ $\frac{+}{2}$ $\mp$ $-.$ 0 Это традиционная система оценок для московских математических олимпиад (см. пояснение на стр. 12).

Грамота «за успешное выступление на конкурсе по физике» присуждалась за следующие (или лучшие) результаты.
1. В любом классе за хотя бы $\pm$ за любую из задач № 6, 8, 9.
2. В классе не старше 10 за хотя бы $\pm$ за любую из задач № 5, 7.
3. В классе не старше 8 за $\pm$ за любую задачу.
4. В 9 классе за оценки $\pm$ за любые две задачи.
5. В 9 классе за одну оценку $\pm$ и две оценки $\frac{+}{2}$ за любые задачи.
6. В классах 10 и 11 за оценку $\pm$ кроме задач № 1 и № 2 и ещё один $\pm$.
7. В классах 10 и 11 за оценку $\pm$ кроме задач № 1 и № 2 и ещё три оценки $\frac{+}{2}$ (за любые задачи).

Участникам, не получившим грамоту, балл многоборья присуждался за следующие (или лучшие) результаты.
1. В классе не старше 6 за оценку $\frac{+}{2}$ за любую задачу.
2. В классах 7 и 8 — за оценки $\frac{+}{2}$ за любые две задачи.
3. В классах 9 и 10 — за оценки $\frac{+}{2}$ за любые три задачи.
4. В 11 классе — за оценки $\frac{+}{2}$ за любые четыре задачи.

Конкурс по химии

Задания

После номера каждой задачи в скобках указано, каким классам она рекомендуется. Решать задачи не своего класса разрешается, но решение задач для более младшего класса, чем Ваш, будет оцениваться меньшим количеством баллов. Предлагается решить 2–4 задачи. (К условиям задач прилагались таблицы Менделеева и растворимости.)

1. (7–8) В пособии, которое прилагается к набору «юный химик», описан следующий опыт. В чашку для выпаривания налить 2–3 мл спирта или ацетона, поджечь его, после чего залить пламя водой из заранее подготовленной пробирки. Пламя сразу погаснет. Затем повторить тот же опыт с 2–3 мл бензина или гексана. На этот раз при добавлении воды пламя не гаснет, и жидкость продолжает гореть. Как можно объяснить такой результат?

2. (7–9) Мама попросила Машу приготовить маринад. Маша должна была развести стакан (200 мл) уксуса в 1 л воды. Вместо столового уксуса она случайно развела в воде 200 мл уксусной эссенции. Когда Маша обнаружила ошибку, она разбавила некоторую часть полученного раствора водой и получила маринад точно в том количестве и той концентрации, как просила мама. Сколько полученного раствора и сколько воды было взято? Считать, что столовый уксус содержит 7% уксусной кислоты, уксусная эссенция — 70%, а плотность всех упомянутых веществ равна 1 г/мл.

3. Заполните пропуски в уравнениях химических реакций.

7–9 классы.

1) $\_\_\_\_ = CaO + H_2O$
2) $\_\_\_\_ + \_\_\_\_ = AgCl + NaNO_3$
3) $\_\_\_\_ + 3\,O_2 = 2\,CO_2 + 3\,H_2O$
4) $\_\_\_\_ + C = 2\,CO$
5) $BaO_2 + \_\_\_\_ + H_2O = BaCO_3 + \_\_\_\_$

9–11 классы.

6) $2\_\_\_\_ + 2\_\_\_\_ = I_2 + 2\,FeCl_2 + 2\,KCl$
7) $\_\_\_\_ + 8\_\_\_\_ = 3\,MgCl_2 + 2\,NH_4Cl$
8) $\_\_\_\_ + SO_2 = NO + \_\_\_\_$

9) $2\,CrCl_3 + 3\,\_\_\_\_ + 6\,H_2O = 2\,\_\_\_\_ + 6\,NaCl + 3\,H_2S$

10) $4\,\_\_\_\_ + 2\,Ca(OH)_2 = Ca(NO_3)_2 + Ca(NO_2)_2 + 2\,H_2O$

11) $\_\_\_\_ + 5\,KI + 3\,H_2SO_4 = 3\,\_\_\_\_ + 3\,I_2 + 3\,H_2O$

4. (9–10) После уроков Миша подошёл к Пете и протянул ему чистый лист бумаги. Это — письмо, написанное невидимыми чернилами, — сказал он. Подержи его над чашкой с нашатырным спиртом, и ты увидишь, что там написано. Петя пришёл домой, взял в аптечке нашатырный спирт, перелил его в чашку и подержал над ней лист бумаги. На бумаге действительно появился текст малинового цвета. И это было решение домашней задачи по математике! Петя побежал за тетрадью, чтобы переписать туда решение. Но пока он бегал, надпись исчезла. Перед ним снова был чистый лист.
(1) Какими «чернилами» было написано письмо?
(2) Что Петя должен был сделать, чтобы надпись снова появилась?
(3) Что нужно сделать, чтобы надпись появилась и больше не исчезала?

5. (9–10) Металл массой 13,0 г обработали избытком разбавленной азотной кислоты. Металл растворился без выделения газа. К полученному раствору прибавили избыток раствора гидроксида калия, при этом выделилось 1,12 л газа (н.у.). Определите, какой металл был взят.

6. (9–11) Известно, что атомы углерода способны соединяться друг с другом, образуя цепочки ...–C–C–C–... Именно это является причиной чрезвычайного многообразия существующих органических соединений. Какие ещё типы веществ вы знаете, где атомы (не обязательно одинаковые) образуют длинные цепочки? Какие типы химической связи в них реализуются? Приведите примеры.

7. (10–11) На один моль иодалкана подействовали спиртовым раствором гидроксида калия и получили смесь двух изомерных алкенов в отношении 7 : 1. Масса основного продукта реакции (полученного в большем количестве) составила 49 г. Определите структурную формулу исходного соединения, считая, что реакция прошла количественно. Ответ обоснуйте.

8. (10–11) Согласно одной из существующих методик количественного определения фенола в воде, к пробе, подкисленной соляной кислотой, добавляют растворы бромида и бромата калия, а затем раствор иодида калия. Выделяющийся иод титруют раствором тиосульфата натрия. Какие химические реакции заложены в схему определения фенола? Напишите их уравнения. Применим ли метод к замещённым фенолам? Какие условия должны быть соблюдены, чтобы указанный метод дал точные результаты?

Решения задач конкурса по химии

Задачи и решения для конкурса по химии подготовили Софья Владимировна Лущекина и Зинаида Павловна Свитанько.

1. Спирт и ацетон растворяются в воде, при этом концентрация горючих веществ уменьшается и пламя гаснет. То, что спирт и ацетон растворимы, было очевидно не всем школьникам, хотя в быту достаточно распространены всевозможные спиртовые растворы, а раствор ацетона может быть знаком тем из вас, чьи мамы или старшие сестры пользуются жидкостью на основе ацетона для снятия лака для ногтей.

Бензин и гексан в воде не растворяются, и, так как их плотность меньше плотности воды, вода опускается на дно, а органические вещества остаются на поверхности и продолжают беспрепятственно гореть. Некоторые шестиклассники писали про радужную плёнку бензина на лужах, школьники постарше должны знать, что гексан — неполярное вещество и поэтому гидрофобно.

Распространённые заблуждения:

спирт и ацетон плотнее воды, поэтому они опускаются на дно, а вода плавает сверху и перекрывает доступ кислорода;

спирт и ацетон вступают в реакцию с водой, и продукты этой реакции не горят;

спирт и ацетон содержат меньше горючих веществ (обладают меньшей горючестью), чем бензин и гексан.

2. Сначала напомним, что $1\,л = 1000\,мл$.

Маша должна была получить $200 + 1000 = 1200$ мл раствора, содержащего $200 \times 0{,}07 (7\,\%) = 14$ г CH_3COOH (химическая формула уксуса), но вместо этого она получила тот же объём, содержащий $200 \times 0{,}7 (70\,\%) = 140$ г уксуса. Понятно, что десятая часть этого раствора (120 мл) содержит необходимые 14 г уксуса. Осталось для получения необходимого объёма добавить $1200 - 120 = 1080$ мл воды.

Многие школьники предлагали разбавить весь полученный раствор в десять раз. Остаётся только удивляться, что бы делали Маша и её мама с 12 л маринада.

Несколько слов о точности наших измерений: если добавить к 120 мл полученного раствора не 1080 мл, а литр воды, то ничего не случится: маринад будет чуть более крепким,[9] что не страшно в домашних условиях. Точность приборов, которыми мы пользуемся в быту, невелика,

[9]Концентрация возрастёт примерно на 4% по сравнению с тем, что получится, если отмерить объём воды строго по расчёту.

и, отмеривая литр при помощи мерного стакана, мы легко можем ошибиться на 50, или даже 100 мл, тем более, что часть раствора обязательно окажется на полу, улетит в виде брызг.

В лабораторной практике всё обстоит по-другому. Химикам довольно часто приходится решать задачи по разведению тех или иных растворов. Практически во всех лабораторных экспериментах (особенно биохимических) используются небольшие количества веществ, при этом требуется очень высокая точность. Например, аналитические весы позволяют взвешивать с точностью до десятой доли миллиграмма. Многие лабораторные пипетки (самплеры) позволяют набирать микролитры (а особо дорогие и несколько нанолитров) жидкостей. В таких условиях работы на первое место по важности выходит способ обращения с мерными приборами и посудой. Например, в комнате, где проводят взвешивание, стараются поддерживать определённую температуру, а как правильно опустить пипетку с несколькими микролитрами ценной жидкости в пробирку, чтобы наше вещество не размазалось по стенкам и не улетело в виде брызг — целая наука.

3. Для решения этого задания сначала надо было вспомнить про закон постоянства состава. Т. е. количество атомов каждого элемента в правой и левой частях должно быть одинаковым. Так как все коэффициенты реакций даны, эта задача не такая уж сложная.

При помощи простого подсчёта сразу можно было примерно узнать, какие атомы и в каких количествах содержатся в пропущенных молекулах. Затем необходимо было понять что это за реакция (окислительно-восстановительная, обмена, ...) и какие вещества (относящиеся к какому классу) должны быть на месте пропусков.

И, наконец, необходимо правильно написать ответ.

1) $Ca(OH)_2 = CaO + H_2O$

Многие школьники замечали, что исходное вещество содержит одну формульную единицу Ca и по две O и H, и так и писали CaO_2H_2 или даже O_2CaH_2; это прощалось школьникам, которые только начали изучать химию или ещё не изучали её совсем, но старшие должны задумываться, существует ли вещество, которое они пишут.

2) $AgNO_3 + NaCl = AgCl\downarrow + NaNO_3$

Это очень распространённая качественная реакция на хлорид-ион и ион серебра. Трудности были у тех, кто ещё не знает, что данные вещества состоят из ионов Ag^+, Na^+, Cl^-, NO_3^-.

3) $C_2H_6O + 3O_2 = 2CO_2 + 3H_2O$

В этом задании необходимо было просто посчитать, сколько атомов

углерода и водорода дано в правой и левой части:

левая	правая	разница
6O	2C, 7O, 6H	2C, 6H, O

Брутто-формуле C_2H_6O соответствует два вещества: эфир CH_3OCH_3 и спирт C_2H_5OH.

4) $CO_2 + C = 2CO$

Этот пункт похож на предыдущий, так как сразу можно заметить, что неизвестное вещество содержит одну молекулу углерода и две молекулы кислорода. Это реакция восстановления углекислого газа до угарного, она обычно происходит в печах, когда ещё не всё топливо прогорело, а заглушку уже закрыли (перекрыли доступ кислорода), и остался только CO_2. Образующийся угарный газ очень опасен, он незаметно для человека угнетает дыхательную функцию. Многие люди, не умевшие правильно топить печь, погибли от этого (угорели).

В решениях часто встречался вариант $O_2 + 2C = 2CO$, здесь школьников подвела обычная невнимательность.

5) Это задание вызвало больши́е трудности. Не все обратили внимание на то, что BaO_2 — пероксид и содержит кислород в степени окисления −1. Правильный ответ:

$$BaO_2 + CO_2 + H_2O = BaCO_3 + H_2O_2.$$

Многие предлагали $BaO_2 + CO + H_2O = BaCO_3 + H_2O$.

Прямой подсчёт показывает, что пропущенное исходное вещество может быть CO, который должен бы реагировать с BaO_2.

В этом решении содержится две проблемы: CO — некислотообразующий, химически малоактивный оксид и при пропускании через раствор BaO_2 не будет взаимодействовать с ним. Но этого многие школьники могли ещё не знать или не помнить, тем более, что реакция и электронный баланс формально правильные.

$$\begin{array}{r|ll} C^{+2} - 2\overline{e} \rightarrow C^{+4} & \times 1 & \text{— восстановитель} \\ O^{-1} + \overline{e} \rightarrow O^{-2} & \times 2 & \text{— окислитель} \end{array}$$

Вторая проблема, и её мог заметить любой, состоит в том, что пропущенный продукт — вода, и она, видимо, не участвует в процессе; зачем же её тогда вообще написали в реакции?

Заметим, что если какое-то вещество необходимо в реакции, но при этом не расходуется (это относится в основном к катализаторам и растворителям), то его не указывают одновременно в правой и левой части, а помещают над стрелкой, как условия реакции. Кстати, в скобках рядом с веществом обычно пишут концентрированное вещество или разбавленное, измельченное или суспензия, а агрегатное состояние указывают как нижний индекс. Например:

$$2SO_2 + O_2 \xrightleftharpoons{V_2O_5} 2SO_3\ ,$$

$$CH_4 + Cl_2 \xrightarrow{h\nu} CH_3Cl + HCl\ ,$$

$$HC{\equiv}CH + NaNH_2 \xrightarrow{NH_{3(ж)}} HC{\equiv}C^-Na^+ + NH_3\ ,$$

$$10HNO_3\,(\text{конц.}) + I_{2(т)} \xrightarrow{50\text{–}60^\circ C} 2HIO_3 + 10NO_2\uparrow + 4H_2O\ .$$

В химической литературе можно встретить совершенно разнообразные обозначения и жесткое правило существует только одно: необходимо записывать уравнения и схемы реакций так, чтобы запись мог легко понять любой грамотный химик.

Вернёмся к нашей реакции. При добавлении CO_2 к раствору BaO_2, равновесие[10] $BaO_2 + H_2O \leftrightarrows H_2O_2 + BaO$, а точнее

$$BaO_2 + 2H_2O \leftrightarrows H_2O_2 + Ba(OH)_2$$

будет смещено в сторону продукта, так как BaO будет взаимодействовать с CO_2 и удаляться из зоны реакции в виде нерастворимого карбоната.

6) $2FeCl_3 + 2KI = I_2 + 2FeCl_2 + 2KCl$

Для решения этой задачи было необходимо сначала подумать, к какому типу относится эта реакция. Так как в продукты реакции входит иод в степени окисления 0, можно сразу предположить, что это окислительно-восстановительная реакция, потому что реакции, в которых I^0 не меняет степень окисления (кроме образования синего комплекса иода с крахмалом) очень редки и их рассматривать в данном случае не стоит.

На следующем этапе постараемся найти элемент, который мог бы окислить или восстановить иод (критерием будет служить электроотрицательность). Рассмотрим все варианты:

K. Теоретически металлический калий подходит на роль восстановителя I^+. Но в такой реакции практически невозможно получить I_2, потому что она будет проходить сразу с образованием I^-.

[10] Это равновесие имеет место при взаимодействии пероксида бария и холодной воды, в тёплой воде (50–60° C) этот процесс легко идёт в сторону образования перекиси.

Cl. Хлор может подойти на роль окислителя (если в правую часть входит в нулевой или положительной степени окисления), но так как хлор (тем более хлораты) — очень сильный окислитель, в продуктах не может образоваться Fe^{2+}, поскольку железо будет окисляться в первую очередь и до Fe^{3+}, а иод почти наверняка перейдёт в положительную степень окисления.

Fe. Железо может быть как окислителем, так и восстановителем, поскольку в правую часть уравнения входит в промежуточной степени окисления. Но в данной реакции металлическое железо не может восстанавливать иод до молекулярного иода из-за того, что I^+ недостаточно сильный окислитель. А вот вариант восстановления железа +3 иодом −1 подходит очень хорошо, так как Fe^{3+} достаточно мягкий окислитель, чтобы получился I_2.

Для того, чтобы правильно написать исходные соединения, напишем электронный баланс, подсчитав имеющиеся у нас атомы, поскольку в качестве подсказки нам даны все коэффициенты реакции:

$$\begin{array}{l|lcl}
Fe^{+3} + \overline{e} \to Fe^{+2} & \times 1 & & \text{— окислитель} \\
 & & \times 2 & \\
I^{-1} - \overline{e} \to I^0 & \times 1 & & \text{— восстановитель}
\end{array}$$

Из имеющегося набора катионов и анионов ($2Fe^{+3}$, $2I^-$, $2K^+$, $6Cl^-$) можно «составить» только $2Fe^{+3}Cl_3$ и 2KI. (На $2Fe^{+3}I_3$ просто «не хватит» иода.)

7) $Mg_3N_2 + 8HCl = 3MgCl_2 + 2NH_4Cl$

Это не совсем обычная реакция обмена. Исходное вещество — динитрид тримагния. Это жёлто-зелёное кристаллическое вещество. Кроме водорода N^{3-} образует соединения с щелочными и щёлочноземельными металлами. Эти соединения высоко реакционноспособны, из них относительно устойчивы только нитриды лития и магния благодаря тому, что их ионные радиусы не сильно отличаются от ионного радиуса азота. Нитрид лития получается при обычных условиях при взаимодействии металлического лития и азота. Для получения нитрида магния необходимо нагревание. Отметим, что в жидком аммиаке эти соединения ведут себя подобно оксидам в воде (в данном случае азот аналогичен кислороду). Но всё равно они легко разлагаются при действии различных реагентов (кислот, воды и т. д.) на аммиак (соль аммония) и соответствующую соль металла.

8) $NO_2 + SO_2 = NO + SO_3$

В этом задании надо заметить, что второй неизвестный продукт должен содержать серу и кислород. Нам известны следующие кислородосодержащие соединения серы[11]: H_2SO_3, H_2SO_4 и SO_3.

Сернистая кислота не подходит, так как в этом случае должна была произойти реакция перехода молекулы воды от соединения вида $NO \cdot H_2O$ к SO_2, но NO некислотообразующий оксид, т. е. не может присоединять воду с образованием кислоты.

В случае H_2SO_4 и SO_3 имеет место окислительно-восстановительная реакция. Сера отдает два электрона, а так как у нас только один азот, то его атом их и принимает:

$$\begin{array}{r|l} S^{+4} - 2\overline{e} \to S^{+6} & \times 1 \quad \text{— восстановитель} \\ N^{+4} + 2\overline{e} \to N^{+2} & \times 1 \quad \text{— окислитель} \end{array}$$

Значит, исходный продукт — NO_2. Вариант с гидроксидом (образование H_2SO_4) невозможен, так как NO_2 — тоже некислотообразующий оксид.

9) $CrCl_2 + 3Na_2S + 6H_2O = 2Cr(OH)_3 + 6NaCl + 3H_2S$

Это простая реакция обмена. Запишем уравнение с пропусками в полном ионном виде:

$$2Cr^{3+} + 6Cl^- + 3\underline{\quad\quad} + 6H_2O = 2\underline{\quad\quad} + 6Na^+ + 6Cl^- + 6H^+ + 3S^-$$

Как и во всех остальных пунктах этой задачи, внимательно посмотрим, чего не хватает (необходимо вспомнить, что $H_2O \leftrightarrows H^+ + OH^-$):

левая	правая
$6Na^+$ и $3S^-$	$2Cr^{3+}$ и $6OH^-$

Многие писали, что хром переходит в Cr_2O_3. Из раствора гидроксид хрома осаждается в виде кристаллогидрата $Cr(OH)_3 \cdot nH_2O$, и затем при долгом стоянии может постепенно терять кристаллизационную воду (это называется «старением» осадка, при этом гидроксид хрома теряет реакционную способность). При сильном нагревании происходит превращение $Cr(OH)_3 \xrightarrow{t^\circ} Cr_2O_3 + H_2O$. Так как мы не находим «лишней» воды в продуктах, то можно сказать, что оксид хрома в данной реакции не образуется.

10) $4NO_2 + 2Ca(OH)_2 = Ca(NO_3)_2 + Ca(NO_2)_2 + 2H_2O$

В этом пункте у нас только одно пропущенное вещество, поэтому понятно, что оно содержит все те атомы, которые есть в правой части, но которых нет в левой, при этом выполняется закон постоянства состава. Поэтому целесообразно подсчитать, сколько атомов каждого

[11] Мы рассматриваем только соединения с одним атомом серы, а вообще сера способна образовывать довольно длинные цепочки из своих атомов, благодаря этому разнообразие соединений серы очень велико (см. задание 6).

сорта в каждой части, и уравнять. Итак, пусть пропущенное вещество содержит x атомов N, y атомов O, z — H и u — Ca. Тогда:

$$\begin{array}{rcccccccccc|l} 4xN & + & 0N & = & 2N & + & 2N & + & 0N & & & x = 1 \\ 4yO & + & 2 \times 2O & = & 2 \times 3O & + & 2 \times 2O & + & 2O & & & y = 2 \\ 4zH & + & 2 \times 2H & = & 0H & + & 0H & + & 2 \times 2H & & & z = 0 \\ 4uCa & + & 2Ca & = & 1Ca & + & 1Ca & + & 0Ca & & & u = 0 \end{array}$$

то есть, пропущенное соединение — NO_2.

11) $KIO_3 + 5KI + 3H_2SO_4 = 3K_2SO_4 + 3I_2 + 3H_2O$

Это реакция сопропорционирования. Реакции такого типа очень характерны для элементов, имеющих несколько устойчивых степеней окисления. Встречаясь в реакционной смеси, атомы одного и того же элемента, имеющие различные степени окисления, стараются «поделить поровну» свои электроны и могут образовывать в зависимости от стехиометрических соотношений и условий одно или несколько промежуточных соединений, например:

$$H_2S + H_2SO_4(\text{конц.}) \longrightarrow S\downarrow + SO_2\uparrow + 2H_2O\,,$$

$$H_2S + 3H_2SO_4(\text{конц.}) \xrightarrow{\text{кипение}} 4SO_2\uparrow + 4H_2O\,.$$

Кроме того, возможна обратная реакция: диспропорционирование. Например, диоксид азота диспропорционирует под действием щёлочи:

$$2N^{+4}O_2 + 2NaOH(\text{разб.}) = NaN^{+3}O_2 + NaN^{+5}O_3 + H_2O\,.$$

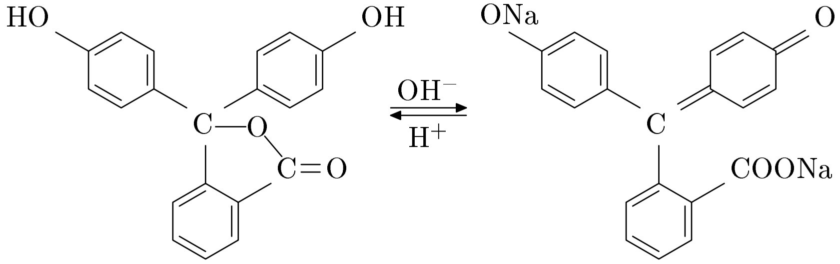
4. Несколько школьников предложили самое правильное решение этой задачи. Они посчитали, что Пете было бы полезнее не химичить дома на кухне, а решать домашние задачи по математике самостоятельно. Организаторы турнира полностью одобряют такую позицию!

Тем не менее, необходимо разобраться с химической стороной этого преступного списывания:

1) Письмо было написано фенолфталеином. Это довольно распространённый индикатор, который в кислой и нейтральной среде бесцветен, а при pH 8,2–9,8 становится малиново-красным (интервал индикаторного перехода[12]), это объясняется тем, что в щелочной среде

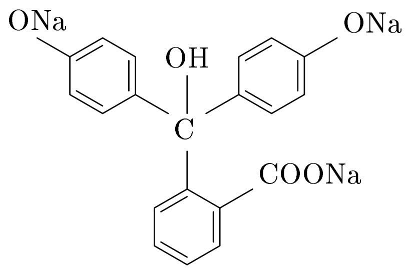
[12] $pH = -\lg[H^+]$, так обычно выражают концентрацию ионов водорода — показатель кислотности раствора. Или, если сказать по-другому, $pH = x$ означает, что концентрация ионов H^+ в растворе равна 10^{-x} моль/литр. В нейтральной среде $pH = 7$, в кислой среде $pH < 7$, в щелочной, соответственно, $pH > 7$

в результате перераспределения электронной плотности в его молекуле образуется хиноидная структура (хромофор), который и придаёт малиновую окраску соединению.



кислая форма   щелочная форма

В сильно щелочной среде (pH$\sim$13) фенолфталеин теряет свою окраску и становится опять бесцветным.



сильно щелочная форма

Для тех, кто ещё не изучал или только начал изучать органическую химию, поясним: в химических формулах «угол» между связями, в котором не указано никакой буквы (а также «развилка», «перекрёсток» и просто конец) условно обозначает, что в этом месте находится атом углерода; если валентность этого атома углерода за счёт всех обозначенных химических связей оказывается равной $n < 4$, то подразумевается, что с этим атомом углерода ещё связано $(4-n)$ атомов водорода. Так поступают только с углеродом и связанным с ним водородом в структурных формулах органических соединений[13], другие атомы (кислород, азот и т. д.) обозначают обязательно. Обратите внимание на то, что, когда мы пишем формулу неорганического соединения, мы редко указываем его строение, но чётко записываем его состав, в органике же гораздо более важно строение, а точный состав можно определить по валентности.

[13] Такое сокращение допустимо, но не обязательно. Обозначение всех атомов C и H не считается ошибкой, однако в большинстве случаев уменьшает «читаемость» формулы и увеличивает необходимую для воспроизведения этой формулы площадь бумаги. Предлагаем вам нарисовать полностью (в процессе изучения химии это всё равно полезно проделать хотя бы один раз) какую-нибудь из приведённых здесь структур фенолфталеина и убедиться в этом самостоятельно.

Когда Петя подержал письмо над чашкой с нашатырным спиртом, листок пропитался пара́ми аммиака. При этом происходит взаимодействие аммиака с водой, сорбированной на волокнах бумаги: $NH_3 + H_2O \leftrightarrows NH_4^+ + OH^-$. Среда в толще бумаги становится щелочной, и индикатор меняет окраску.

В решениях, особенно в тех, которые писали младшие школьники, были довольно распространены «пищевые» версии: молоко и лимонный сок. Видимо из-за того, что в художественной литературе эти вещества часто используются для тайнописи. Только непонятно, почему же надпись проявлялась при действии паров аммиака.

2) С этим пунктом проблем практически не возникло, очень многие совершенно справедливо предлагали подержать листок над чашкой с нашатырным спиртом ещё раз, однако полный ответ в этом пункте включал объяснение, почему надпись исчезла, пока Петя бегал за тетрадкой. Дело в том, что аммиак быстро испарился и фенолфталеин вернулся в прежнюю форму.

3) Фенолфталеин меняет свою окраску при действии любого основания. Аммиак плох тем, что летуч. Но практически все остальные основания не обладают этим недостатком. Поэтому, чтобы надпись появилась и больше не исчезала, можно обработать письмо раствором обычной щёлочи, например NaOH.

Но у NaOH и многих других гидроксидов есть свои недостатки — они слишком «едкие» — требуют аккуратного обращения: вызывают химические ожоги при попадании на кожу, слизистые оболочки; попадание в глаза — это серьёзная травма.

Кроме экспериментатора NaOH «разъедает» и обычную бумагу (она «расползается», а после высыхания рассыпается в труху). Поэтому гидроксиды для целей нашей задачи скорее всего не подходит. К тому же они не используются в быту (по тем же вышеописанным причинам). Петя скорее всего не найдёт таких веществ у себя дома.

Щелочную среду могут создавать и другие, в том числе более «бытовые» вещества, например, раствор питьевой ($NaHCO_3$) или стиральной (Na_2CO_3) соды в воде. Это происходит в результате гидролиза:

$$Na_2CO_3(\text{разб.}) = 2Na^+ + CO_3^{2-}, \qquad CO_3^{2-} + H_2O \leftrightarrows HCO_3^- + OH^-$$
$$NaHCO_3(\text{разб.}) = Na^+ + HCO_3^-, \qquad HCO_3^- + H_2O \leftrightarrows H_2CO_3 + OH^-$$

В результате взаимодействия образовавшихся таким образом в растворе ионов OH^- с молекулами фенолфталеина образуется окрашенная форма этих молекул.

Раствор соды нужно наносить аккуратно, чтобы не смыть текст (например, кисточкой, или приложить письмо к смоченному в растворе листу бумаги или куску ткани). Окунуть целиком в раствор соды само письмо — идея не очень хорошая.

При проверке решений как правильные засчитывались любые ответы, в которых предлагалось подействовать на листок нелетучим основанием. Большинство участников турнира, догадавшихся до этого, писали, что листок надо смочить щёлочью, и несмотря на то, что в практическом отношении этот вариант не очень удачен (см. выше), он оценивался полным баллом.

Очень разумными, но, к сожалению, не совсем химическим было предложение нескольких участников обвести надпись ручкой или карандашом, поместить в пакет и даже заламинировать.

Те, кто в первом пункте предлагали в качестве чернил молоко или лимонный сок, здесь предлагали подвергнуть листок термической обработке (прогладить утюгом, подержать над лампой, пламенем плиты ...).

Распространённым был вариант обмакнуть письмо в нашатырный спирт. Проблему быстрого испарения аммиака можно этим решить, но надпись смоется, бумага размокнет, и переписать задачу по математике Петя уже не сможет.

5. Ответ: Zn (цинк).

При взаимодействии азотной кислоты с металлами в зависимости от концентрации кислоты и свойств металла могут выделяться NO_2, NO, N_2O и NH_3. При этом в последнем случае газ не будет выделяться, так как с аммиаком будет взаимодействовать азотная кислота (которая, хотя и сильно разбавлена, но имеется в достаточном количестве) с образованием NH_4NO_3. Запишем реакцию взаимодействия металла[14] M с разбавленной азотной кислотой:

$$8M + 10HNO_3 = 8MNO_3 + NH_4NO_3 + 3H_2O.$$

Газ, который выделялся при действии щёлочи, — аммиак:

$$NH_4NO_3 + KOH = NH_3\uparrow + KNO_3 + H_2O.$$

[14]Будем считать металл одновалентным. Так как коэффициенты реакции определяет количество электронов, переходящих от одного атома к другому, то в случае двухвалентного металла мы сможем умножить молекулярную массу, которую мы получим, на два, для трёхвалентного — на три. Можете это проверить самостоятельно, написав уравнения реакции с соответствующими коэффициентами и пересчитав молярную массу.

Из этих двух уравнений реакции видно, что на один моль газа приходится 8 моль металла. Аммиака выделилось 1,12/22,4 = 0,05 моль, значит металла было 0,4 моль, и молярная масса M, если металл одновалентен, равна $13,0/0,4 = 32,5$ г/моль. Но металл с такой атомной массой в природе не встречается, похожую массу имеет сера (32), но она по понятным причинам не может считаться правильным ответом. Двухвалентный металл должен иметь массу $2 \cdot 32{,}5 = 65$ г/моль. Такую атомную массу имеет цинк, и это правильный ответ. Подходящий трёхвалентных металлов (молярная масса $3 \cdot 32{,}5 = 97{,}5$ г/моль) тоже нет.

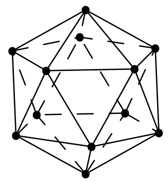
Тот же ответ можно было получить, не разбирая случаи с валентностью, а воспользовавшись эквивалентами, хотя по своей сути решение осталось бы прежним.

6. Эта задача не предполагает полного решения. Мы приведём лишь некоторые наиболее характерные примеры.

Некоторые простые вещества образуют длинные цепочки ковалентно связанных атомов. Как правило, такие вещества имеют много аллотропных[15] модификаций и в соединениях также склонны к образованию полимеров.

Сера. Обычно элементная сера состоит из восьми атомов, которые могут быть по-разному упакованы в кристаллическую решетку. Кроме того, существует неустойчивая пластическая сера — хаотично переплетенные зигзагообразные длинные цепи. В соединениях сера также часто образовывает длинные полимерные цепи, в которых звенья могут соединяться через атомы кислорода или самой серы. Состав и строение таких веществ зависит от условий получения.

Бор. Имеет более 10 аллотропных модификаций. Атомы бора в них объединены в группировки B_{12}, имеющие формы икосаэдра — двадцатигранника.



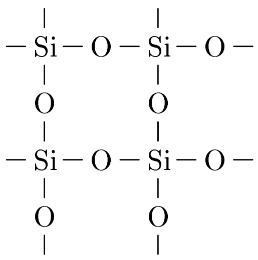
Гидриды бора (бораны) образуют довольно сложные по структуре соединения с многоцентровыми связями.

Особенно интересные структуры образуют кислородные соединения бора. Это могут быть плоские зигзагообразные цепи, соединённые друг с другом тетраэдры, «соты» и т. д.

[15]Аллотропия — существование одного и того же химического элемента в виде двух или нескольких простых веществ, различных по строению и свойствам, т. н. аллотропических (или аллотропных) модификаций.

Фосфор. Фосфор имеет большое число аллотропных модификаций, из которых важнейшие — белый и красный фосфор. В пара́х он находится в виде четырёхатомной молекулы P_4, при конденсации образуется белый фосфор P_4, который при длительном хранении или нагревании переходит в полимер — красный фосфор. Ещё одна аллотропная (или аллотропическая) модификация — чёрный фосфор — имеющая структуру, похожую на графит, состоит из гофрированных слоёв. Во всех модификациях фосфор связан с тремя своими соседями. Фосфор может также образовывать цепочки (не очень длинные) и в соединениях с кислородом.

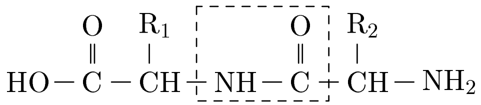
Кремний. Простое вещество, имеет алмазоподобную модификацию. Соединения кремния с кислородом образуют большой класс соединений — оксисиликаты. В основе их лежит структура, изображенная на рисунке.



Каждый кислород связан с двумя атомами кремния, а каждый кремний — с четырьмя кислородами. Взаимное пространственное расположение этих атомов может быть очень разным, кроме того, в структуру оксисиликатов входят различные ионы. И все вместе они образуют очень длинные и разветвлённые цепи, сети и пространственные структуры.

Биополимеры. Многие биологически активные вещества имеют вид длинных цепочек. Кроме связей C–C встречаются связи с азотом, например, в белка́х, представляющих из себя длинные последовательности аминокислот, они соединяются между собой пептидной связью.

На рисунке изображён дипептид — две аминокислоты, R_1 и R_2 — радикалы, определяющие биологические (биохимические) свойства аминокислот.



пептидная связь

Хотя в организме встречается всего 20 видов (20 различных радикалов) аминокислот[16], они образуют очень длинные цепочки, белок может включать до 10 тысяч аминокислот (хотя оговоримся, что они не образуют все одну длинную цепь, как правило это несколько длинных цепочек (от двух до десяти), связанных друг с другом электростатическими взаимодействиями и ковалентно через дисульфидные мостики –S–S–).

[16] В тканях некоторых организмов содержатся и другие (необычные) аминокислоты — см. стр. 73 (вопрос № 7 по биологии).

Другой пример биологических макромолекул — молекулы, несущие генетическую информацию — ДНК (дезоксирибонуклеиновая кислота) и РНК (рибонуклеиновая кислота), связь между соседними звеньями этих очень длинных цепочек осуществляют фосфат (кислотный остаток фосфорный кислоты) и сахар (дезоксирибоза и рибоза соответственно).

Объём и цели этой книжки не позволяют сколько-нибудь подробно описывать структуру и функции белков и нуклеиновых кислот, а также просто перечислить все биологически активные молекулы, представляющие из себя длинные цепи. Ваше знакомство с ними начнётся в курсе общей биологии. Скажем только, что эти длинные цепи атомов составляют химическую основу всего живого.

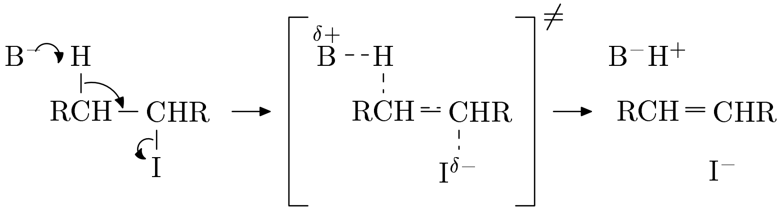
Водородная связь. Во всех перечисленных выше примерах образовыванию длинных цепочек служила ковалентная (как полярная, так и неполярная) связь. Другой пример связи — водородная. Водородная связь — это электростатическое взаимодействие водорода, несущего большой положительный заряд, с атомом, несущим большой отрицательный заряд. Например, молекулы воды образуют не просто цепи, а целую решётку из молекул. Конечно, эти связи очень непрочные, но, тем не менее, они оказывают серьёзное влияние на свойства веществ. В этом можно убедится, сравнив температуры кипения воды и сероводорода и других гидридов элементов VI группы — у воды температура кипения аномально высокая.

Обратите внимание, что между молекулами HF очень сильные водородные связи, так как фтор электроотрицательнее водорода, но температура кипения HF гораздо ниже, чем у воды. Это объясняется тем, что молекулы фтороводорода «слипаются», образуя димеры, а не разветвлённые цепи связанных между собой молекул, как H_2O.

Для справки приводим температуры кипения названных веществ при атмосферном давлении.

H_2O	100,00 °C	HF	19,52 °C
H_2S	−60,35 °C	HCl	−85,08 °C
H_2Se	−41,4 °C	HBr	−66,8 °C
H_2Te	−2 °C	HI	−35,4 °C

7. Реакцию отщепления галогенводорода с образованием диена называют элиминированием. Известно несколько механизмов этой реакции, мы приведем схему только одного из них.



И ещё немного об обозначениях, принятых в химической литературе: обычно B: или B^- обозначается основание (от английского *basis* — основание), в данном случае это OH^-, а продукт BH, соответственно, вода. Кислоты условно обозначаются A^+ (от *acid* — кислота). В квадратных скобках со значком $\neq$ обозначают промежуточное соединение, которое в чистом виде не существует, но отражает механизм протекания реакции. $\delta-$ и $\delta+$ означают, соответственно, избыток и недостаток электронной плотности[17], стрелочки — направления её перераспределение.

Так как получается два изомерных алкена, можно предположить, что исходный иодалкан — вторичный[18].

Рассчитаем массу продукта: нам известно, что 7/8 моля продукта весят 49 г, то есть молекулярная масса этого продукта 56 г/моль. Общая брутто-формула всех алкенов C_nH_{2n}. Составим простое уравнение: $12n + 2n = 56$, $n = 4$, т. е. получен алкен C_4H_8. Значит, исходное соединение имело бруттоформулу C_4H_9I. Простым перебором можно показать, что вторичный изомер с такой формулой всего один: $CH_3 - CHI - CH_2 - CH_3$ (если у Вас получилось два, то проверьте, не симметричны ли они).

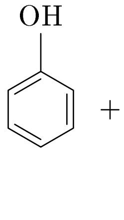
Интересный вопрос, какой из алкенов был основным продуктом и получился в бóльшем количестве. В органической химии существует правило Зайцева, по которому водород с большей вероятностью отщепляется от того атома C, с которым до отщепления было связано меньшее количество атомов H. Это объясняется тем, что в этом случае образуется более устойчивый промежуточный продукт.

[17]Так как электрон — отрицательно заряженная частица, избыток электронной плотности придаёт атому частичный отрицательный заряд, а недостаток — частичный положительный.

[18]Иод связан со вторичным атомом углерода, то есть таким, который имеет ровно *две* связи углерод–углерод.

Более подробно о химических реакциях, которые соответствуют (или, наоборот, не соответствуют) правилу Зайцева, узнают те из вас, кто будет изучать органическую химию в ВУЗе.

8. Фенол — ядовитое вещество, которое может содержаться в сточных водах промышленных предприятий. Чтобы убедиться, что сточные воды достаточно хорошо очищены, нужно уметь определять в них малые концентрации вредных компонентов, в том числе фенола. Метод, описанный в задаче, основан на реакции фенола с бромом, которая протекает следующим образом:



Мы знаем, что бромирование бензола идёт только в присутствии катализатора (например, $FeBr_3$) и при этом только один атом водорода бензольного кольца замещается атомом брома. В случае же фенола реакция протекает очень легко и сразу же даёт трибромпроизводное. Это объясняется активирующим действием гидроксильной группы на бензольное кольцо. Неподелённая пара электронов, принадлежащая атому кислорода, втягивается в кольцо, в результате чего электронная плотность в кольце повышается. Так как реакция бромирования протекает по механизму электрофильного замещения, повышение электронной плотности благоприятно для реакции. При этом можно заметить, что гидроксильная группа активирует не любые положения в бензольном кольце, а именно положения 2, 4 и 6. Вещество 2,4,6-трибромфенол — твёрдое, выпадает в осадок.

Бром, необходимый для бромирования фенола, образуется в реакционной смеси при взаимодействии бромида и бромата калия в кислой среде:

$$5KBr + KBrO_3 + 6HCl = 6KCl + 3Br_2 + 3H_2O$$

Избыток брома, оставшийся после связывания всего фенола, взаимодействует с иодидом калия

$$Br_2 + 2KI = I_2 + 2KBr$$

И, наконец, выделяющийся иод титруют раствором тиосульфата натрия. При этом реакция протекает по уравнению:

$$2Na_2S_2O_3 + I_2 = Na_2S_4O_6 + 2NaI$$

Соединение $Na_2S_4O_6$, которое при этом образуется, называется тетратионат натрия. Реакция иода с тиосульфатом натрия часто используется в окислительно-восстановительном титровании, так как она протекает быстро и количественно. Кроме того, конечную точку титрования легко обнаружить, так как иод образует с крахмалом интенсивно окрашенный сине-фиолетовый комплекс. Перед титрованием в раствор добавляют несколько капель раствора крахмала, при этом сразу же появляется сине-фиолетовая окраска, так как раствор содержит иод. По мере прибавления $Na_2S_2O_3$, иод постепенно расходуется. В тот момент, когда добавленное количество тиосульфата точно эквивалентно количеству иода, реакция проходит полностью (иода не остаётся), и окраска исчезает. Это и есть конечная точка титрования. По количеству раствора $Na_2S_2O_3$, израсходованного к этому моменту, рассчитывают количество иода, которое получилось в реакции с бромом, а по нему — количество брома, которое осталось после взаимодействия с фенолом. Поскольку мы можем определить исходное количество брома, которое получилось в растворе из бромата и бромида, то теперь по разности можно узнать количество брома, которое пошло на реакцию с фенолом и, наконец, количество фенола. Конечно, нет никакой надобности каждый раз проводить всю эту последовательность расчётов. При разработке методики обычно сразу выводят формулу, по которой искомую величину можно определить непосредственно из количества затраченного реагента, в данном случае концентрация фенола в воде будет сразу определяться при подстановке в формулу количества тиосульфата натрия.

Метод применим к любым фенолам, которые содержат CH-связи, активированные к реакции с галогеном. В самом феноле, как мы видим, — это связи при 2, 4 и 6 атомах углерода. Естественно, в случае замещённых фенолов необходимо знать количество реагирующих CH-связей, чтобы правильно рассчитать массу определяемого фенола. Если все указанные положения заняты другими заместителями, как, например, в 2,4,6-трихлорфеноле, то метод неприменим.

Чтобы метод дал точные результаты, необходимо соблюдать следующие правила: количество бромида в растворе должно быть как минимум в 5 раз больше количества бромата (иначе выделяться будут Cl_2 и Br_2), соляной кислоты должно быть не очень много, так как тиосульфат натрия нестоек в кислой среде.

Критерии проверки и награждения

Каждая задача оценивалась в баллах; баллы, полученные участником за все задачи на конкурсе по химии, суммировались.

Баллы за решения задач выставлялись следующим образом:

№ задачи \ класс	$\leqslant 8$	9	10	11
1	4	3	1	
2	5		3	
3 (1-я часть; за одну реакцию)	1	0,5		0,25
3 (2-я часть; за одну реакцию)	1		0,5	
4	$2+1+2=5$			$1+1+1=3$
5	5			4
6 (за каждый вариант)	2		1	
7	5			
8	5(реакции) + 3(доп. вопросы) = 8			

(в случае частичного решения задачи оно могло оцениваться меньшим, чем указано в таблице, количеством баллов).

Грамоты «за успешное выступление на конкурсе по химии» и баллы многоборья присуждались в соответствии с суммой баллов по задачам следующим образом:

Класс	балл многоборья (е)	грамота (v)
$\leqslant 7$	2	3
8	3	4
9	4	5
10	4	6
11	4,5	6

Конкурс по биологии

Задания

Задания адресованы школьникам всех классов, все выполнять не обязательно — можно выбрать те из них, которые вам по вкусу и по силам.

1. Позвоночные животные имеют скелет, служащий опорой для тела. За счёт чего могут поддерживать своё тело беспозвоночные животные, растения и грибы?

2. Известно, что животные различаются по способу питания; так, все знают, что бывают травоядные животные, а бывают хищники. Как ещё могут питаться животные? Назовите как можно больше известных вам способов. Какие приспособления к разным типам питания существуют у животных?

3. Обычно у растений сочные плоды — ягоды и прочие — служат приманкой для животных, которые эти плоды поедают и тем самым распространяют семена, проходящие через пищеварительный тракт. Но все вы знаете, что некоторые ягоды нельзя есть, так как ими можно отравиться. Зачем растениям это может быть нужно?

4. Некто купил участок земли. Ему ужасно интересно, какие животные и растения жили на этом участке прежде. Предложите любознательному землевладельцу несколько способов, которые помогут ему удовлетворить своё любопытство.

5. Известны группы животных (среди них, например, плоские черви), которые не имеют кровеносной системы. Как вы думаете, как они без неё обходятся?

6. Хозяйка обнаружила на кафеле неприятный налёт. Соседка сказала, что скорее всего это грибы. Могут ли это быть грибы? А другие организмы? Предложите способы, с помощью которых можно было бы выяснить природу этого налёта.

7. В глубинах океана живут удивительные червеобразные животные — рифтии. Жить они могут только возле бьющих из дна горячих источников, вода которых обогащена сероводородом. У рифтий нет кишечника, а органические вещества они получают от симбионтов — хемосинтезирующих бактерий, которые получают органические вещества из неорганических за счёт энергии химических реакций (а не за счёт энергии солнечного света, как зелёные растения). Бактерии живут внутри

рифтий, в специальном органе, называемом трофосомой. И тут возникает проблема: для хемосинтеза бактериям нужен сероводород, но для дышащих кислородом животных (к которым относятся и рифтии, они дышат с помощью пронизанных кровеносными сосудами щупалец-жабр) сероводород, проникший в тело — яд. Предложите возможный механизм, позволяющей рифтии поддерживать жизнедеятельность бактерий-симбионтов и не отравиться самой.

8. Предположим, вы сидите на самоходном кресле на колёсиках, которое может ехать прямо вперёд, а может поворачивать. Договоримся, что глаза у вас закрыты и вы не подсматриваете. Будете ли вы знать, в какой момент и в какую сторону поворачивает кресло? Если да, то благодаря чему (каким образом)? Если нет, то почему?

Ответы на вопросы конкурса по биологии

Вопрос 1. *Позвоночные животные имеют скелет, служащий опорой для тела. За счёт чего могут поддерживать своё тело беспозвоночные животные, растения и грибы?*

Растения. Растения могут поддерживать форму собственного тела за счёт многих специальных приспособлений. Можно рассмотреть несколько уровней организации.

На клеточном уровне.

1. Клеточные стенки (состоящие из целлюлозы) являются внутренним скелетом растения, который обеспечивает механическую прочность. Именно клеточные стенки придают клеткам определённую форму, защищают содержимое клетки, противостоят внутриклеточному тургорному давлению.

2. Ту́ргор — напряжённое состояние клеточной стенки, создаваемое гидростатическим давлением цитоплазмы, нормальное физиологическое состояние клеточной стенки. Благодаря ему растение также сохраняет свою форму, занимает определённое положение в пространстве, противостоит механическим воздействиям.

На тканевом уровне.

1. Механические ткани обеспечивают прочность растения, способность противостоять действию тяжести собственных органов, порывам ветра, дождю, снегу, вытаптыванию животными. Они играют

в растении роль скелета. У проростков, в молодых участках органов механических тканей нет, необходимую упругость они имеют благодаря тургору. По мере развития органа в нём появляются специализированные механические ткани — колленхима и склеренхима.

а) Колленхима развивается в стеблях и черешках листьев двудольных под эпидермой. В корнях её обычно нет. Её клетки вытянуты в длину, живые, часто содержат хлоропласты, клеточные стенки неравномерно утолщены. В зависимости от характера утолщения стенок и их соединения различают уголковую, рыхлую и пластинчатую колленхиму.

б) Склеренхима встречается наиболее часто. Её клетки мёртвые, и стенки равномерно утолщённые, одревесневшие. Различают два типа склеренхимы: волокна и склереиды.

2. В проводящих комплексах растений также встречаются механические элементы — древесинные волокна (либриформ) и лубяные волокна.

На уровне органов.

Также опорную функцию выполняют придаточные корни, которые растут от ствола или от ветвей растения (например, у баньяна).

Грибы. Грибы поддерживают своё тело за счёт:

1. Внутреннего скелета, который включает в себя:

а) Клеточные стенки, которые включают в свой состав хитин или хитозан (они придают большую прочность клеточным стенкам). Также существуют некоторые представители, у которых вместо хитина в состав клеточной оболочки входит целлюлоза.

б) Высокое тургорное давление (см. ответ на вопрос про растения).

2. Также некоторые представители (например, шляпочные грибы) могут поддерживать своё тело за счёт плотного переплетения гиф.

Животные. Безусловно, у беспозвоночных животных настоящая кость, которая составляет основу скелета всех позвоночных, отсутствует. Тем не менее, это не означает, что у них отсутствуют какие-либо скелетные структуры. Начнём с клеточного уровня. Сама клетка не является аморфным образованием. В цитоплазме существует сложная сеть фибрилл. Она представлена, по меньшей мере, микротрубочками, промежуточными филаментами и микрофиламентами. Первые это трубочки диаметром около 24 нм (1 нм $= 10^{-9}$ м), состоящие из белка тубулина. Они образуют каркас, называемый цитоскелетом, кроме того, участвуют в транспорте органелл внутри клетки и играют важную роль при делении. Микрофиламенты — это тонкие нити диаметром около 7 нм, состоящие из белка актина. Они также входят в состав цитоскелета и участвуют в движении как самой клетки, так и в транспорте веществ внутри клетки.

Многоклеточные организмы используют опорные элементы различного происхождения. В первую очередь, это жёсткие минеральные либо органические структуры, поддерживающие тело животного. Наиболее крупные примитивные беспозвоночные — это губки (*Spongia*). Размер некоторых тропических форм может достигать метра и более. В теле губок внутри специальных клеток (склеробластов) формируются иглы. Затем они постепенно увеличиваются в размерах, со временем обтягиваются цитоплазмой, могут приобретать самые разнообразные формы: от простой палочковидной до звёздчатой и шаровидной. Масса таких игл, состоящих из углекислого кальция или из кремнезёма, образует твёрдый даже по человеческим меркам скелет. У части губок элементы скелета органические и формируются внеклеточно несколькими клетками. В этом случае они состоят из белка спонгина. Есть и мелкие бесскелетные губки.

У нашей пресноводной гидры жёстких скелетных элементов нет, однако у неё мышечные элементы расположены в несколько слоёв и имеют взаимоперпендикулярное направление. Так что, координируя их работу, гидра может сжиматься или вытягиваться. Похожее строение имеют сцифоидные медузы (класс *Scyphozoa*). Но у них, помимо прочего, толстая мезоглея (пространство между экто- и энтодермой), заполнена студенистым веществом. Родственники гидры — морские колониальные полипы — имеют снаружи жёсткую оболочку (теку), выделяемую клетками эктодермы.

У кораллов (класс *Anthozoa*) скелет состоит из углекислой извести, реже из рогоподобного вещества. Так, у восьмилучевых кораллов (подкласс *Octocorallia*) скелет формируется в мезоглее. Шестилучевые кораллы, составляющие основную массу рифообразователей, имеют внешний скелет, выделяющийся клетками эктодермы. Индивидуальные «домики» каждого полипа, соединяясь вместе, образуют гигантские коралловые рифы.

Следующую группу составляют животные, опорную роль у которых играют кожно-мускульный мешок и паренхима. Прежде всего, это плоские черви (*Plathelminthes*). В клетках паренхимы у них находятся фибриллярные образования, что позволяет рассматривать в качестве одной из её функций опорную.

Круглые и кольчатые черви имеют особую опорную систему — гидроскелет. Они имеют относительно жёсткие покровы (например, слой наружной кутикулы у круглых червей) и полость тела, заполненную жидкостью (некоторую аналогию можно провести с автомобильным колесом). Такая конструкция обеспечивает опору для прикрепления мышц.

У моллюсков снаружи имеется раковина. Частично она тоже выполняет опорную функцию, однако основная её функция — защитная. В некоторых группах происходит редукция раковины и погружение её внутрь тела (например, у каракатицы). У головоногих (*Cephalopoda*) раковина либо вовсе отсутствует, либо сохраняется в виде небольшой подкожной пластинки. Кроме того, у головоногих, как правило, развит внутренний скелет. Он представлен пластинками из хрящеподобного вещества в основаниях щупалец и в хвостовых плавниках. У них имеется капсула, окружающая головной мозг. Так что, будучи большими мягкотелыми животными, они не лишены опорных элементов.

Другую большую группу составляют животные, имеющие наружный скелет — это членистоногие. Это ракообразные, паукообразные, насекомые и близкие к ним группы. Здесь снаружи от покровов имеется как правило жёсткая и сложно устроенная кутикула, состоящая главным образом из хитина (вещество, по строению близкое к целлюлозе). Такой наружный скелет служит защитой и составляет опору для прикрепления мышц. В некоторых случаях такой хитиновый покров впячивается внутрь и образует своего рода «внутренний скелет», служащий дополнительными местами прикрепления мышц, особенно в тех отделах, где мускулатура хорошо развита.

Таким образом, представители большинства групп беспозвоночных имеют различные по строению, положению и происхождению опорные структуры. Это внутренний известковый скелет у некоторых губок и кишечнополостных, наружный скелет у членистоногих, гидроскелет у круглых и кольчатых червей и т. д. *Довгоброд И. Г.*

Вопрос 2. *Известно, что животные различаются по способу питания; так все знают, что бывают травоядные животные, а бывают хищники. Как ещё могут питаться животные? Назовите как можно больше известных вам способов. Какие приспособления к разным типам питания существуют у животных?*

Животные по типу питания относятся к гетеротрофам — т. е. они питаются уже готовыми органическими веществами. Но способы питания (получения этих готовых органических веществ) могут быть разными. Соответственно этим различиям в особенностях питания формируются и разнообразные приспособления к этим особенностям.

Так, в качестве одного из способов питания можно рассматривать хищничество — пищей в этом случае являются другие животные.

В общем случае, в связи с хищничеством развиваются различные орудия нападения и удержания жертвы: особенности ротового аппарата, в том числе устройство зубов и челюстей — преимущественное развитие получают клыки (для млекопитающих), вытянутая пасть (крокодилы), с несколькими рядами зубов, направленными вовнутрь (акула); когти (кошачьи, хищные птицы). Для хищных млекопитающих характерно относительное снижение периферического зрения за счёт увеличения его остроты. Для многих хищников характерен засадный метод охоты — выжидание жертвы и относительно короткий бросок — необходимы высокая скорость, точная координация, но это происходит в общем случае за счёт снижения выносливости; развиваются различные виды покровительственной (маскирующей) окраски.

Своеобразный метод охоты мы встречаем у представителя иглокожих — морской звезды — она наползает на мидию, выворачивает желудок, оплетая им мидию, дожидается открытия створок и впрыскивает пищеварительные ферменты внутрь раковины.

Дятлы, которых можно отнести к насекомоядным, питаются личинками насекомых, живущими под корой деревьев — приспособлением к этому служит массивный прочный клюв и особенное устройство лап и хвоста, позволяющих удерживаться на вертикальном стволе дерева.

Другим способом питания можно назвать травоядность — пищей являются растения: их листья, побеги, плоды, семена, корни и т. д.

Особенностью устройства ротового аппарата является преобладание резцов и коренных зубов (для млекопитающих) или роговых пластин, приспособленных для перетирания растительной пищи. Клопы, тли, цикады обладают колюще-сосущим ротовыми аппаратами — этим обеспечивается питание соками растений. Развиваются дополнительные отделы желудочно-кишечного тракта — слепая кишка, рубец и т. д., формируется симбиоз с бактериями, перерабатывающими клетчатку. Для травоядных млекопитающих характерно относительное развитие периферического зрения. Сравнительно с хищными млекопитающими, у травоядных скелет и мускулатура более грубые и менее координационно развиты, вместе с этим, однако, повышается выносливость.

У некоторых животных развиваются узкоспецифические предпочтения — например, питание листьями и побегами лишь одного вида растения (коала — эвкалипт).

В связи с недостаточным усваиванием белков и других необходимых веществ при таком способе питания у некоторых животных развивается копрофагия — поедание экскрементов (в том числе собственных) — таким образом, при повторной переработке «добираются» необходимые вещества (лемуры, зайцы, термиты).

Встречаются животные, питающиеся лишь грибами — так называемые мицетофаги (например, жуки грибовики).

Для ряда животных характерен такой способ питания, как всеядность — питание пищей как растительного, так и животного происхождения.

Для таких животных характерен наименее специализированный ротовой аппарат. В общем случае имеются черты свойственные и для хищников, и для травоядных. Ко всеядным животным можно отнести медведей, крыс, некоторых приматов, сверчков.

Родственен хищничеству паразитизм — использование в качестве пищи и среды обитания другого организма, неблагоприятно сказывающееся на последнем.

Различают эндопаразитизм (часть или весь жизненный цикл паразит проводит в теле хозяина), эктопаразитизм и сверхпаразитизм (паразитирование на другом паразите). В зависимости от срока связи паразита и хозяина различают вре́менных и постоянных паразитов. Примером временного эктопаразитизма могут служить гематофаги (кровососущие) — летучие мыши, комары, клещи, клопы и др.

Адаптации к паразитизму: высокая плодовитость, органы прикрепления, покровы (плотные — кутикула, тегумент; растяжимые для гематофагов), особенности ротового аппарата (например, колюще-сосущий), антикоагулянтные свойства слюны, органы ориентации, органы проникновения, использование переносчиков, синхронизация с образом жизни хозяина, способность переживать неблагоприятные условия среды (образование цист, устойчивые яйца и капсулы с личинками, инкапсуляция в теле хозяина).

В основном паразитами являются животные, стоящие относительно низко на систематической лестнице: Членистоногие (Паукообразные (клещи), Насекомые (блохи, клопы, Двукрылые (комары, москиты, мошки, слепни), вши), Ракообразные), Круглоротые (миксина).

Падальщики — питание мёртвыми животными.

Птицы падальщиков (грифы) обладают длинными шеями, практически лишёнными оперенья, млекопитающие падальщики обладают узкими мордами. Для них характерно хорошее обоняние. К падальщикам можно отнести крабов.

Сапрофаги — питающиеся мертвыми органическими остатками животных и растений — например, личинки мух (двукрылых).

Копрофаги — питание экскрементами (жуки навозники), содержащими большое количество органических остатков.

Фильтраторы — водные животные, получающие пищу путём фильтрации воды с выделением взвешенных в ней органических частиц — остатков растений и животных — двустворчатые моллюски, усоногие раки. Они ведут малоподвижный (иногда прикреплённый) образ жизни, особенностью их является наличие того или иного фильтрующего аппарата — создающего ток воды и позволяющего выцеживать органические частицы.

Ванигасурия А. Г.

Вопрос 3. *Обычно у растений сочные плоды — ягоды и прочие — служат приманкой для животных, которые эти плоды поедают и тем самым распространяют семена, проходящие через пищеварительный тракт. Но все вы знаете, что некоторые ягоды нельзя есть, так как ими можно отравиться. Зачем растениям это может быть нужно?*

Самый простой вариант ответа на этот вопрос заключается в том, что ядовитость ягод для человека вовсе не означает, что они ядовиты для всех животных вообще. Довольно часто ягоды, которыми может отравиться человек, вполне могут поедать птицы или кто-то другой — вероятно, растение в таком случае «рассчитывает» именно на этих распространителей.

Другой распространённый случай: плоды ряда видов ядовиты только (или особенно) в незрелом состоянии. В этом случае растение скорее всего «заботится» о том, чтобы распространялись зрелые семена.

Возможна также ситуация, когда в плоде ядовиты только некоторые части (например, семена), а другие вполне съедобны. Таким образом растения могут защищаться от любителей поедать семена, привлекая тех, кто поедает только околоплодник, не повреждая семян.

Могут существовать также растения, которые в настоящий момент не распространяют плоды с помощью животных (зоохорно), однако их предки использовали этот способ. Потомки же оказались в условиях, исключающих зоохорию (например, другие плодоядные животные, другой регион и т. д.) и перешли на иной тип распространения семян. Тип плода — признак очень консервативный в эволюционном отношении, а типы и концентрация ядов — наоборот. Поэтому растениям проще сделать ядовитыми плоды старого типа, чем переделывать их целиком. Например, плоды одного и того же вида в одной части ареала могут быть съедобными и использоваться в сельском хозяйстве, а в другой — быть сильно ядовитыми.

Нужно отметить также, что не обязательно все растения с яркими плодами используют животных в качестве распространителей. Яркий цвет плодов может обусловливаться какими-то другими причинами. Например, в плодах могут концентрироваться окрашенные отходы (вместо листьев листопадных деревьев).

Некоторые школьники выдвигали версии, которые в природе не реализуются, но тем не менее не лишены определённого смысла. Самая распространённая идея из таких — «травят насмерть и растут из трупа». Якобы растение убивает несчастное животное и, когда то падёт, прорастает из трупа, питаясь им. Правда представить себе растение, которое успеет воспользоваться питательными веществами из убитого животного раньше, чем его съедят более расторопные трупоеды (животные, бактерии, грибы), довольно сложно — поэтому, несмотря на популярность этой идеи у школьников, оценивалась она очень невысоко.

Другая версия — «не травит до смерти, но опьяняет» — и животное начинает беспорядочно бегать (вариант — «вызывает понос»). В результате семена распространяются на большее расстояние или (в случае с поносом) они выходят быстрее и не повреждаются в кишечнике. В природе, по-видимому, этот вариант не реализован, но очень похожим образом действуют некоторые гельминты на некоторых рыб, поэтому подобные ответы можно считать небессмысленными.

В целом при проверке работ оценивались любые разумные идеи — даже не очень правдоподобные. Хотя, конечно, разумные и правдоподобные оценивались выше.

Вопрос 4. *Некто купил участок земли. Ему ужасно интересно, какие животные и растения жили на этом участке прежде. Предложите любознательному землевладельцу несколько способов, которые помогут ему удовлетворить своё любопытство.*

Для того, чтобы ответить на вопрос, какие животные и растения жили раньше на каком-то участке, стоит сперва понять, какой именно промежуток времени интересует нашего землевладельца. От этого существенно зависит способ поиска ответа на основной вопрос.

Если землевладельца интересует, что было на месте его участка в прошлом году или в течение последних десяти лет, он может ориентироваться на те растения, которые сохранились на участке. Например, если на месте участка был лес, который недавно свели, расчистив землю под участок, вероятнее всего на участке сохранились типично лесные растения, по которым можно определить не только сам факт наличия леса, но и тип его (березняк, сосняк, смешанный лес и т. п.).

Если же участок разбит на месте осушенного болота, состав растений на нём будет совершенно иной. Если же земля в этом месте была окультурена достаточно давно, на участке скорее всего будут найдены в основном сорняки и культурные растения или их одичавшие потомки. По типу растительного сообщества можно примерно определить и какие животные в нем могли обитать. Возможно, удастся найти и какие-то остатки этих животных (кости, перья и т. п.) или следы их жизнедеятельности (погрызы, подолбы, норы и др.). Когда речь идёт о недавнем прошлом, довольно эффективным методом получения информации может стать опрос местных жителей, а также работа с документами. Можно попытаться найти в архивах землеустроительные карты разных лет, на которых показано, кому принадлежала земля и что на ней находилось.

Поиск документов в архивах и работа с ними могут оказаться очень полезными и при изучении более давнего прошлого участка — последних десятков и сотен лет (иногда можно найти документальные свидетельства и более ранней истории данной местности). Может оказаться, что при рытье погреба, прокладке траншеи или других земляных работах будут вскрыты более-менее глубокие слои почвы, и в них могут оказаться кости животных, живших когда-то на этом месте. Правда, землевладельцу будет нелегко понять, когда именно эти животные обитали в данной местности — ведь можно найти как останки животных, умерших совсем недавно, так и кости доисторических существ. Чтобы разобраться с этим, нашему землевладельцу придётся прибегнуть к помощи специалистов. Для оценки того, какие растительные сообщества существовали на месте участка, можно попытаться взять пробы почвы и провести (тоже с помощью специалистов) спорово-пыльцевой анализ. Пыльца и споры растений очень устойчивы и могут долго сохраняться в земле, а их форма так же видоспецифична, как строение листьев, стеблей, цветов.

Поэтому по составу пыльцы, найденной в почве на определенной глубине, можно судить о составе давно исчезнувших растительных сообществ. Правда, к сожалению, этот метод имеет определённые ограничения и не на любом участке даст достаточно полную информацию.

Если же землевладельца интересует совсем древняя история данного места, ему придётся заняться палеонтологией и попробовать найти на своём участке окаменелые остатки животных или растений. Имеет смысл разузнать о геологической истории этой местности и прикинуть, какие геологические пласты могут оказаться на поверхности. Некоторых любознательных землевладельцев ждёт интересное открытие — давным-давно на месте их участка было море. Об этом будут свидетельствовать окаменелые остатки морских животных, например кораллов или головоногих моллюсков. Чтобы понять, к какому времени относятся найденные окаменелости, нашему землевладельцу придётся разобраться, в каком периоде жили соответствующие организмы. Это можно сделать либо по книгам, либо по экспозиции в краеведческом музее, либо, опять-таки, прибегнув к помощи специалистов. В любом случае любознательный землевладелец узнает много нового и интересно проведет время.

Вопрос 5. *Известны группы животных (среди них, например, плоские черви), которые не имеют кровеносной системы. Как вы думаете, как они без неё обходятся?*

Любая животная клетка, будучи открытой системой, нуждается в обмене веществом с окружающей средой. Она поглощает из среды питательные и минеральные вещества, различные газы и выделяет продукты обмена. С этой точки зрения никаких проблем не встаёт перед одноклеточными животными (инфузории, амёбы и др.) Однако как же быть с многоклеточными, ведь у них часть клеток непосредственно контактирует с наружной средой, а часть, погруженная вглубь, такой возможности лишена? До таких удалённых клеток и от них транспорт веществ осуществляется с помощью транспортных систем, например, кровеносной системы. Однако существуют животные, у которых кровеносной системы нет и её функции осуществляются другими способами.

1. Диффузия. Вещества, находящиеся в растворах, могут перемещаться на некоторые расстояния. Диффузия всегда играет важную роль в обмене клеток непосредственно с внешней средой либо с жидкостью транспортной системы. Животные, не имеющие специальной транспортной системы, осуществляют распределение веществ между клетками исключительно с помощью диффузии. Однако время диффузии зависит от расстояния, поэтому эффективна она только на расстоянии не больше нескольких миллиметров, а значит животные, распределяющие вещества таким способом, должны быть небольшими. Таковы, например, *Trichoplax* (тип *Placozoa*) — плоское многоклеточное животное размером несколько миллиметров, похожее на гигантскую амёбу, мелкие губки (*Spongia*) и кишечнополостные (*Coelenterata*), например, гидра. Кстати, некоторые губки интересно решают проблему транспорта продуктов обмена. Амёбоциты (клетки, выполняющие разнообразные функции в теле губки) ползают по телу и набирают продукты обмена. «Нагруженные», они выползают наружу.

2. Выросты каналов пищеварительной, дыхательной и др. систем. Для животных более или менее крупных размеров дело не ограничивается простой диффузией. При отсутствии специальной транспортной системы, вещества доставляются к определённым участкам тела с помощью выростов каналов соответствующих систем. Так, колониальные гидроидные полипы (подкласс *Hydroidea*) — живущие в морях родственники пресноводной гидры — имеют вид кустиков, на концах веточек которых сидят отдельные полипы, похожие на гидру. Такая колония имеет общую гастральную полость, так что питательные вещества, полученные разными особями, могут распределяться по всей колонии. Похожие животные — сифонофоры (подкласс *Siphonophora*) — так же живут в морях и плавают в толще воды. У них питающимися являются лишь некоторые особи (гастрозоиды), и питательные вещества распределяются по всей колонии с помощью общей гастральной полости. Другие представители кишечнополостных — сцифоидные медузы (класс *Scyphozoa*) — также не имеют кровеносной системы. Однако от желудка могут отходить радиальные выросты, которые у некоторых представителей сильно ветвятся. Эти каналы доставляют питательные вещества к разным участкам тела. У плоских червей (тип *Plathelminthes*) диффузия играет большую роль в распределении веществ, но её одной недостаточно. Кишечник плоских червей замкнут и у крупных представителей сильно разветвлён, что помогает доставлять питательные вещества к разным участкам тела. Разветвлены у них так же и каналы выделительной системы. У лентецов (класс *Cestoda*) пищеварительная система отсутствует вовсе, и вещества распределяются исключительно за счёт диффузии. Дыхание у всех вышерассмотренных представителей осуществляется через покровы, и они не нуждаются в дополнительных системах транспорта кислорода. А лентецы, в связи с особенностями их жизни, в кислороде не нуждаются вовсе и дышат анаэробно. У насекомых кровеносная система лишается функции переноса газов, так как здесь эту функцию полностью осуществляет трахейная система. Это система разветвлённых трубочек, доставляющих кислород ко всем участкам тела.

3. Функцию кровеносной системы выполняет полость тела. Первичная полость тела представляет собой пространство между органами животного, заполненное жидкостью. У круглых червей (тип *Nemathelmintes*) кровеносная и дыхательная системы отсутствуют. Однако в большинстве случаев имеется хорошо развитая первичная полость тела, к которой переходят все функции кровеносной системы. Здесь транспортируются питательные вещества, и находятся продукты

обмена, которые удаляются с помощью специальных выделительных желез. Интересно, что эмбриологически кровеносная система представляет собой остатки первичной полости тела, поэтому сходство их функций неудивительно. У кольчатых червей (тип *Annelida*) кровеносная система, как правило, присутствует. Полость тела у них является вторичной (целом). И у некоторых представителей кровеносная система редуцируется и её функции принимает на себя целом (например, у *Gliceridae* из класса *Polychaeta*). У разных отрядов пиявок (класс *Hirudinea*) наблюдается разная степень замещения кровеносной системы целомом. Так у отряда *Acanthobdellida* есть нормальная вторичная полость тела (целом) и в ней находятся кровеносные сосуды. А уже у отряда *Gnathobdellida* (челюстные пиявки) кровеносные сосуды полностью редуцируются, и целом распадается на отдельные лакуны, причём некоторые из этих лакун способны пульсировать наподобие сердца. Таким образом, происходит полное функциональное замещение кровеносной системы целомом.

Как видно, существует немало групп животных, лишённых настоящей кровеносной системы. В таком случае, её функции либо переходят к другим системам (полости тела, пищеварительной системе и т. д.), либо транспорт осуществляется целиком за счёт диффузии.

Довгоброд И. Г.

Вопрос 6. *Хозяйка обнаружила на кафеле неприятный налёт. Соседка сказала, что скорее всего это грибы. Могут ли это быть грибы? А другие организмы? Предложите способы, с помощью которых можно было бы выяснить природу этого налёта.*

Налёт на кафеле могут образовывать грибы, а могут и другие организмы. Наиболее вероятные кандидаты — бактерии и водоросли. Вполне возможно, что налёт будет состоять из сообщества нескольких видов организмов (хотя вряд ли их будет много).

Чтобы разобраться, кто это может быть, для начала стоит обратить внимание на цвет налёта. Если он имеет зелёный оттенок, можно предположить, что на кафеле живут фотосинтезирующие организмы. Для этого кафель должен находиться на освещённом месте. Такими организмами могут являться как сине-зелёные водоросли (прокариотические, безъядерные организмы), так и зелёные водоросли (эукариоты, их клетки имеют ядро). Если кафель находится внутри дома, появление каких-то других фотосинтетиков маловероятно. Если это кафель на садовой дорожке или на наружной стене дома, то список кандидатов расширяется. Например, это могут быть лишайники.

А уж если это кафель на дне садового бассейна, то тут могут появляться и другие водоросли. Правда хозяйка вряд ли станет слишком переживать по поводу налёта на дорожке, поэтому логично обсуждать организмы, обитающие на кафеле в городской квартире.

Если налёт не имеет зелёного оттенка, и особенно если он растёт в тёмном помещении, можно предположить, что входящие в него организмы питаются гетеротрофно, то есть потребляют готовые органические вещества. Тогда это, вероятно, бактерии или грибы.

Для более подробного анализа нужно соскрести налёт (кстати, стоит поскрести и в том месте, где налёта нет. Это пригодится в качестве контроля). Ещё лучше взять несколько проб похожего налёта в разных местах. Тех организмов, что оказались в налёте, можно попробовать разглядеть в световой микроскоп.

Многим школьникам кажется, что посмотреть в микроскоп достаточно, чтобы сразу стало понятно, кто перед нами. К сожалению, все не так просто. Даже увидеть, есть ли в клетках ядро, часто бывает проблемой. Особенно если речь идет о зелёных организмах — в них ядро обычно замаскировано хлоропластами (у водорослей вместо них хроматофоры) и совершенно не видно. Поэтому отличить, имеем мы дело с прокариотами (бактериями и сине-зелёными водорослями) или с эукариотами (водорослями или грибами) может оказаться непросто.

Сине-зелёных можно отличить от зелёных водорослей по более тёмной, синеватой окраске. У нитчатых сине-зелёных в состав нити часто включены особые клетки — гетероцисты — которые отличаются от основных клеток нити округлой формой и крупным размером. Часто нить сине-зелёных одета слизистым чехлом.

Вообще же клетки прокариот обычно значительно мельче клеток эукариот. При обычном увеличении светового микроскопа 10×40 (в 400 раз) клетки большинства бактерий видны как очень мелкие точки и чёрточки, а клетки эукариот видны хорошо.

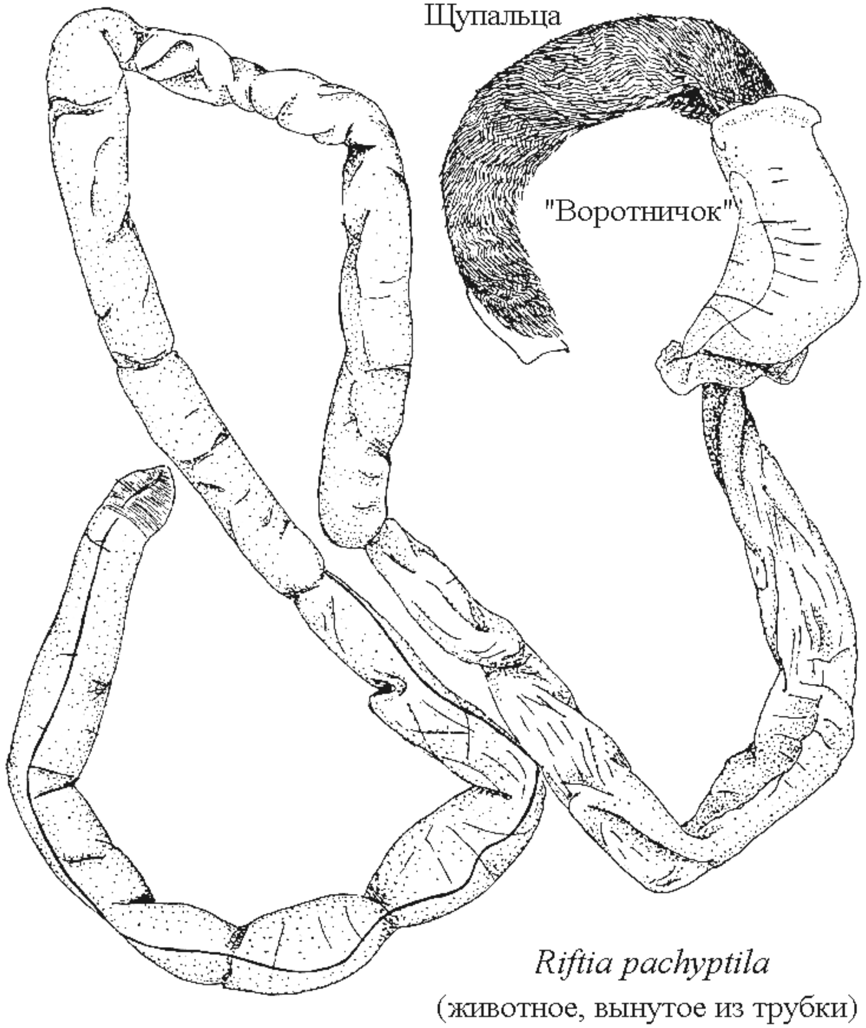
Гифы грибов будут видны как длинные нити. Если вам попались низшие грибы (вроде плесени), то иногда можно увидеть органы спороношения — торчащие из нитей «головки», «кисточки» и т. п. Кстати, споры часто можно заметить и невооружённым глазом как специфическую «пыль» на поверхности налёта.

Можно попробовать посадить содержимое налёта на питательную среду и сравнить результаты роста с тем, что вырастет из соскоба там, где налёта не было. В настоящее время разработана целая система отбора организмов на питательных средах разного состава. Таким образом можно получить культуры бактерий или примитивных грибов. Организмов из таких культур можно значительно надёжнее определить как по внешнему виду отдельных клеток и колоний, так и после окраски специальными красителями. Однако эти, как и другие современные методы, вряд ли доступны простой хозяйке, не имеющей доступа в научные лаборатории.

Вопрос 7. *В глубинах океана живут удивительные червеобразные животные — рифтии. Жить они могут только возле бьющих из дна горячих источников, вода которых обогащена сероводородом. У рифтий нет кишечника, а органические вещества они получают от симбионтов — хемосинтезирующих бактерий, которые получают органические вещества из неорганических за счёт энергии химических реакций (а не за счёт энергии солнечного света, как зелёные растения). Бактерии живут внутри рифтий, в специальном органе, называемом трофосомой. И тут возникает проблема: для хемосинтеза бактериям нужен сероводород, но для дышащих кислородом животных (к которым относятся и рифтии, они дышат с помощью пронизанных кровеносными сосудами щупалец-жабр) сероводород, проникший в тело — яд. Предложите возможный механизм, позволяющей рифтии поддерживать жизнедеятельность бактерий-симбионтов и не отравиться самой.*

Все рифтии живут в плотных трубках, которые создаются самими животными из белков и хитина. Трубки создаются железами, находящимися на своеобразном «воротничке», расположенном на переднем конце животного, сразу под щупальцами. И этот же «воротничок», как пробка, закрывает вход в трубку. Эти трубки, вместе с прочными коллагеновыми покровами тела рифтии, содержащими ферменты, способные очень быстро окислять сульфиды, не дают растворённому сероводороду (точнее, его аниону HS^-) проникать в тело рифтии где попало. Разумеется, они препятствуют и проникновению кислорода. И весь газообмен животного идёт только через выставленные из трубок щупальца. Щупальца богато снабжаются кровью — настолько, что у живых рифтий они имеют ярко-красный цвет.

Гемоглобин вестиментифер отличается от гемоглобина большинства животных (например, позвоночных) и, помимо высокого сродства к кислороду, обладает способностью обратимо связывать HS^-. При этом кислород, как и у всех животных, связывается с гемом, а сульфиды — с другими частями молекулы, в результате чего их соединение с гемоглобином не мешает последнему переносить кислород. При этом связь HS^- с гемоглобином достаточно прочна, чтобы «не отдать» его



Один из самых крупных видов — *Riftia pachyptila* (длина — около 1 метра). Рисунок скопирован из книги: Малахов В. В., Галкин С. В., 1998. Вестиментиферы — бескишечные беспозвоночные морских глубин. М.: KMK Scientific Press Ltd., 206 стр.

обычному дыхательному ферменту цитохром-*c*-оксидазе (соединение HS^- с этим ферментом и приводит к отравлениям сероводородом дышащих кислородом организмов). В таком надёжно связанном виде опасное вещество путешествует по кровеносной системе рифтий и попадает в трофосому, снабжённую великолепно развитой капиллярной сетью, где и передаётся непосредственно симбионтам. Другие компоненты крови рифтий доставляют туда CO_2, также необходимый для процессов хемосинтеза.

Остаётся проблема высокой концентрации сульфидов в самой трофосоме. Для рифтий (и ещё для некоторых обитающих в гидротермах моллюсков, так же имеющих бактерий-симбионтов) показано присутствие в тканях, служащих домом для симбионтов, необычных содержащих серу аминокислот (речь идёт о таурине и его аналогах), которые могут служить ловушкой для избыточных сульфидов.

Виноградов Г. М.

Правильный ответ на этот вопрос участникам турнира практически наверняка не был известен, поэтому положительно оценивалась любая разумная гипотеза, не противоречащая законам природы. Отвечающие высказали довольно много интересных, на наш взгляд, предположений. Ниже мы привели наиболее удачные варианты.

1. Рифтии необходима некая система органов, состоящая из каналов, стенки которых непроницаемы для сероводорода. Эта система должна быть изолирована от других систем рифтии. Каналы должны вести в оплетённую кровеносными сосудами трофосому, куда поступает сероводород. Бактерии синтезируют из него органические вещества, всасывающиеся в кровь и разносящиеся по всему организму рифтии.

Но ведь из наполненной сероводородом трофосомы ядовитое вещество будет диффундировать в кровь (в область с меньшей его концентрацией), поэтому сразу за трофосомой должен располагаться фильтрующий орган, очищающий кровь от сероводорода.

Вход в каналы должен располагаться на одном, а жабры-щупальца — на другом конце тела. В этом случае можно совместить процесс дыхания и поглощения сероводорода. А возможно, эти процессы разделены во времени. Сначала вдали от источника сероводорода рифтии дышат растворённым в воде кислородом, а затем подплывают к источнику, закрывают жабры и поглощают воду с сероводородом.

2. Возможно, бактерии находятся снаружи, на теле рифтии. Они поглощают сероводород и по специальным каналам проходят в трофосому. Или каждый раз рифтии поглощают трофосомой новых бактерий, уже содержащих сероводород. Таким образом, организм рифтии не контактирует с ядовитым сероводородом.

3. Рифтии «выплёвывают» трофосому в источник сероводорода. Стенка органа впускает газ (возможно, вместе с водой) внутрь, но не пропускает обратно. Затем трофосома затягивается обратно в организм рифтии.

4. В щупальцах-жабрах у рифтии могут находиться фильтры, задерживающие сероводород. От жабр к трофосоме идёт канал, по которому в неё поступает задержанный сероводород.

5. Трофосома может располагаться перед жабрами. Вода с сероводородом и кислородом сначала поступает в трофосому, где очищается бактериями от сероводорода, а затем уже в жабры, где всасывается кислород.

6. Возможно, в крови рифтии содержится некое вещество (белок), которое, соединяясь с сероводородом, преобразует его в безопасное соединение и переносит в трофосому, где сероводород высвобождается.

7. Сероводород и кислород вместе с водой поступают в жабры рифтии, где газы всасываются в кровь. Сосуды с кровью, снабжённой сероводородом и кислородом, из жабр сразу идут в трофосому. Здесь сероводород поглощается бактериями, а кровь, очищенная от ядовитого вещества, разносит кислород дальше ко всем органам и тканям.

Вопрос 8. *Предположим, вы сидите на самоходном кресле на колёсиках, которое может ехать прямо вперёд, а может поворачивать. Договоримся, что глаза у вас закрыты и вы не подсматриваете. Будете ли вы знать, в какой момент и в какую сторону поворачивает кресло? Если да, то благодаря чему (каким образом)? Если нет, то почему?*

Узнать о изменении скорости и направлении движения позволяет сила инерции: тело стремится сохранить прежнее направление движения, и при повороте его пускай чуть-чуть, но «заносит». Информация об изменении положения тела, даже самом слабом, поступает в мозг по двум независимым каналам:

1. Для восприятия любых изменений положения тела существуют вестибулярные рецепторы — волосковые клетки, находящиеся в мешочках и полукружных каналах внутреннего уха, заполненных студенистой жидкостью. При любом движении головы или туловища жидкость смещается, давит на волоски и рецепторы возбуждаются.

2. При изменении положения тела происходит механическое растяжение некоторых мышц. Но ведь они не получали «приказа» растягиваться, и поэтому включается рефлекторный механизм, компенсирующий подобное растяжение. Почти в каждой мышце

находятся мышечные веретена, а в сухожилиях — сухожильные органы (рецепторы растяжения). Мышечные веретена — это группа мышечных волокон, которые тоньше и короче обычных. Они иннервируются чувствительными нервными волокнами и регистрируют длину мышцы. Сухожильные органы регистрируют её напряжение. Растяжение мышцы приводит к её рефлекторному сокращению. Наиболее известный рефлекс растяжения — коленный, возникающий в ответ на кратковременное растяжение четырёхглавой мышцы бедра лёгким ударом по её сухожилию ниже коленной чашечки. При изменениях скорости и направления движения поза сохраняется автоматически, но у высших животных информация о изменении сокращения мышц передаётся и в головной мозг.

Мозг анализирует информацию, поступающую от вестибулярного аппарата и рецепторов мышечного растяжения, и в нём возникает картина изменения положения тела в пространстве, соответствующая поворотам кресла. Отметим, что аналогично может поступить информация об резком ускорении либо торможении кресла при его прямолинейном движении. *Виноградова Т. Н.*

Критерии проверки и награждения

Ответ на каждый вопрос оценивался в баллах. За правильный ответ обычно ставился 1 балл, за частично правильный — оценка в интервале от 0 до 1, в некоторых случаях ставились оценки и больше 1 балла.

Все полученные участником на конкурсе по биологии баллы суммировались.

Грамоты «за успешное выступление на конкурсе по биологии» и баллы многоборья присуждались в соответствии с суммой баллов эа ответы на вопросы следующим образом:

Класс	балл многоборья (e)	грамота (v)
$\leqslant 5$	1	2
6	1,5	2
7	2	3
8	3	4
$\geqslant 9$	4	5

Конкурс по лингвистике

Задачи

Задачи по лингвистике составлены специально для этого конкурса в Институте лингвистики Российского государственного гуманитарного университета.

1. Даны пары слов:

1) *стал — сдал,*
2) *забыл — забил,*
3) *завод — зовёт,*
4) *лесть — лезть,*
5) *грусть — груздь,*
6) *плед — плеть,*
7) *мел — мель,*
8) *плач — плачь.*

В каких парах произношение слов различается лишь одним звуком? Поясните ваш ответ.

2. Даны слова на языке сумо* и их переводы на русский язык в перепутанном порядке:

suulu, suukilu, suumanalu, mismatu, miskatu, onkinayan, onkayan, onyan;

лук, твоя кошка, моя собака, наш лук, его кошка, собака, его лук, ваша собака.

А. Установите правильные переводы.
Б. Переведите на язык сумо: *кошка, моя кошка, твой лук, их лук.*
В. Переведите на русский язык: suumalu, miskanatu.
Поясните ваше решение.

*Язык сумо (ульва) относится к мисумальпской семье языков. На нём говорят в Никарагуа.

3. Даны две группы слов:

1) *ученик, злой, ползти;*
2) *ребёнок, плохой, идти.*

Известно, что слова второй группы (в отличие от слов первой группы) обладают некоторой особенностью в образовании форм, общей для всех слов группы.

А. Объясните, в чём состоит эта особенность.
Б. Распределите по данным двум группам следующие слова:
человек, малыш, мальчик, страшный, хороший, маленький, большой.
В. Приведите примеры слов второй группы из известных вам языков.

4. Даны санскритские** глаголы в формах третьего лица настоящего времени и третьего лица перфекта, а также их переводы на русский язык. Некоторые формы пропущены.

	Настоящее время	Перфект	Перевод
1)	kampate	?	‘дрожать’
2)	karṣate	cakarṣe	‘пахать’
3)	khanati	?	‘копать’
4)	khādati	cakhāda	‘есть’
5)	garjati	jagarja	‘рычать’
6)	gāhate	jagāhe	‘погружаться’
7)	ghaṭate	?	‘соединять’
8)	carati	cacāra	‘бродить’
9)	tarjati	?	‘наблюдать’
10)	dahati	dadāha	‘сжигать’
11)	dhanvate	dadhanve	‘течь’
12)	dhāvati	dadhāva	‘бежать’
13)	patati	papāta	‘летать’
14)	bhajati	?	‘служить’
15)	bhāṣate	babhāṣe	‘говорить’
16)	varṣati	vavarṣa	‘посылать дождь’
17)	svadate	sasvade	‘лакомиться’

Восстановите пропущенные формы. Поясните ваше решение.

Примечание. Буквами **kh**, **gh**, **dh**, **bh** обозначаются особые придыхательные звуки санскрита; буква **c** произносится примерно как русское *ч*, буква **j** — примерно как звонкое *ч* (как в словосочетании *дочь бы*); **ṣ**, **ṭ**, **h** — особые звуки санскрита; **ā** произносится как долгое **a**. Перфект — особая санскритская форма прошедшего времени, примерно соответствующая русскому прошедшему времени совершенного вида.

**Санскрит — один из основных древнеиндийских языков индоевропейской языковой семьи. Распространён в Северной Индии с 1 тысячелетия до н. э. В настоящее время используется в индийском регионе как язык гуманитарных наук и культа, в узком кругу — как разговорный язык. Название *санскрит* обозначает «составленный», «сложенный» (язык, доведённый до формального совершенства).

В условии этой задачи, предлагавшемся участникам турнира, не было строки 17), что приводило к неоднозначности решения — см. комментарий на странице 81.

Решения задач конкурса по лингвистике

1. (автор Е. В. Муравенко)

Произношение слов различается лишь одним звуком в следующих парах:
3) *завод* [завóт] — *зовёт* [зав’óт] ([в]/[в’]);
6) *плед* [пл’эт] — *плеть* [пл’эт’] ([т]/[т’]);
7) *мел* [м’эл] — *мель* [м’эл’] ([л]/[л’]).

В парах 1 и 2 слова различаются двумя звуками:
1) *стал* [**ст**ал] — *сдал* [**зд**ал];
2) *забыл* [за**бы**л] — *забил* [за**б’и**л].

В парах 4, 5 и 8 произношение слов одинаково:
4) [л’эс’т’],
5) [грус’т’],
8) [плач’].

2. (автор П. М. Аркадьев)

А. Обратим внимание на то, что имеются три набора похожих слов языка сумо:
(1) suulu, suukilu, suumanalu;
(2) mismatu, miskatu;
(3) onyan, onkayan, onkinayan.

Можно представить их в следующей таблице:

suulu	suukilu				suumanalu
		miskatu	mismatu		
onyan		onkayan		onkinayan	

Видно, что suulu и onyan — непроизводные слова, скорее всего, соответствующие русским переводам *лук* и *собака* (пока непонятно, какое слово соответствует какому), а прочие слова языка сумо получаются вставлением морфем (в лингвистике называемых *инфиксами*) перед последним слогом слова: *suu-mana-lu*, *on-ka-yan*, *mis-ma-tu*. Кроме того, можно заметить, что таких морфем два типа: односложные *-ki-*, *-ka-* и *-ma-* и двусложные *-kina-* и *-mana-*.

Теперь займёмся русскими переводами. Их также можно поместить в таблицу:

	(без опред.)	мой	твой	его	наш	ваш
лук	+			+	+	
кошка			+	+		
собака	+	+				+

Сопоставляя таблицы для языка сумо и для русских переводов, можно понять, что словам *mismatu* и *miskatu* соответствуют переводы ‘моя кошка’ и ‘твоя кошка’ (пока в неизвестном порядке), так как и слово *кошка*, и основа *mistu* встречаются по два раза, в то время как остальные слова встречаются по три раза. Далее, легко понять, что *mismatu* — ‘твоя кошка’, так как значение ‘твой’ и морфема *-ma-* встречаются оба по одному разу. В таком случае, *miskatu* — ‘его кошка’, а *onkayan* — ‘его лук’, из чего можно сделать вывод, что *onyan* — ‘лук’, *onkinayan* — ‘наш лук’, а *suulu* — ‘собака’. Осталось перевести слова *suukilu* и *suumanalu*. Снова обратимся к таблице:

	мой	твой	его	наш	ваш
-ki-					
-ma-		+			
-ka-			+		
-kina-				+	
-mana-					

Можно предположить, что *-kina-* и *-mana-* — не отдельные морфемы, а комбинации морфем: *-ki-* + *-na-* и *-ma-* + *-na-*. Так как односложные морфемы встречаются в словах, обозначающих ‘нечто, принадлежащее кому-то в единственном числе’, а единственное переведённое слово с морфемой *-na-* обозначает ‘нечто, принадлежащее кому-то во множественном числе’, разумно предположить, что *-na-* обозначает множественное число обладателя. В таком случае *-ki-* обозначает ‘мой’, а *-mana-* — ‘ваш’, тем самым, *suukilu* — ‘моя собака’, а *suumanalu* — ‘ваша собака’. Задание А выполнено. [Заметим, что если решить «с потолка», что *-ki-* — ‘ваш’, *-mana-* — ‘мой’, невозможно выполнить задания Б и В; также форма *onkanayan* в задании Б может служить недостающим звеном, подсказывающим правильный ход решения.]

Б. кошка — *mistu*, моя кошка — *miskitu*, твой лук — *onmayan*, их лук — *onkanayan*.

В. *suumalu* — твоя собака, *miskanatu* — их кошка.
Значение ‘их’ выражается с помощью морфем *-ka-* (‘его’) и *-na-* (множественное число).

3. (автор Е. В. Муравенко)

А. Формы слов в первой группе образуются добавлением формообразующих морфем: окончаний (*ученик-**а***, *ученик-**ами***, *зл-**ая***, *зл-**ого***, *полз-**у***, *полз-**ёшь***) и формообразующих суффиксов (*зл-**ее***, *зл-**ейш**-ий*, *полз-**л**-а*). Это обычный случай.

Формы слов во второй группе образуются нестандартно — от другой основы: ребёнок — дети, плохой — хуже, идти — шёл. Такие формы называются суплетивными.

Б. Ответ:
1) малыш, мальчик, страшный, большой;
2) человек (люди), хороший (лучше), маленький (меньше).

В. Примеры из русского языка: *я (меня)*, *мы (нас)*, *он (его)*, *быть (есть)*; примеры из английского языка: good ‘хороший’ (better ‘лучше’), bad ‘плохой’ (worse ‘хуже’), I ‘я’ (me ‘меня’), be ‘быть’ (is ‘есть’, was ‘был’), go ‘идти, идёт’ (went ‘шёл’); примеры из немецкого языка: gut ‘хороший’ (besser ‘лучше’); примеры из французского языка: bon ‘хороший’ (meilleur ‘лучше’), je ‘я’ (moi ‘меня’).

4. (автор П. М. Аркадьев)

Сравнивая формы настоящего времени и перфекта, можно заметить, что перфект образуется от формы настоящего времени с помощью нескольких операций. Одна из этих операций применяется ко всем без исключения глаголам: повторение (редупликация), причём иногда с некоторыми изменениями первого слога основы. Изменения следующие: *k*, *kh* всегда дают *c*; *g* (и, видимо, *gh*) — *j*; *dh* и *bh* — соответственно *d* и *b* (т. е. при редупликации теряется придыхание); кроме того, гласная в первом слоге перфекта — всегда *a*, независимо от долготы или краткости гласной в основе настоящего времени. Непридыхательные согласные *c*, *d*, *p*, *v*, *s* (и, очевидно, *t*) при удвоении не меняются.

Помимо этого, все глаголы можно разделить на следующие группы по способу образования перфекта:

(1) глаголы, форма настоящего времени которых оканчивается на *-ate*, в перфекте присоединяют окончание *-e*, а их корень не претерпевает никаких изменений;

(2) глаголы, форма настоящего времени которых оканчивается на *-ati*, в перфекте отбрасывают *-ti*. Кроме того, данная группа делится на две подгруппы:
(а) глаголы *khādati*, *garjati*, *varsati*, у которых не происходит никаких изменений в гласной корня, и
(б) глаголы *carati*, *dahati*, *patati*, у которых в перфекте удлиняется корневая гласная.

Легко заметить, что глаголы группы (б), в отличие от глаголов группы (а), имеют после корневой гласной только одну согласную (а у глагола *khādati*, который по последнему признаку относится к группе (б), гласная корня и так долгая).

Теперь легко заполнить пропуски:

1) *cakampe* (глагол на *-ate*),
3) *cakhāna* (глагол на *-ati* с одной согласной),
7) *jaghate* (глагол на *-ate*),
9) *tatarja* (глагол на *-ati* с двумя согласными),
14) *babhāja* (глагол на *-ati* с одной согласной).

В исходном варианте задачи, предлагавшемся на Турнире, отсутствовал последний глагол *svadate* 'лакомиться', так что все глаголы на *-ate*, для которых в условии были указаны соответствующие перфектные формы, имели либо долгую гласную в корне, либо после корневой гласной две согласных. Из-за отсутствия глагола с краткой корневой гласной, после которой идёт одна согласная, можно было подумать, что глаголы на *-ate*, подобно глаголам на *-ati*, тоже делятся на две подгруппы. При таком подходе третий пропуск мог быть заполнен так: *jaghāte*. Эта форма, отсутствующая в санскрите, но не противоречащая логике рассуждений, засчитывалась школьникам как правильная. Добавленный в отредактированный вариант задачи глагол 'лакомиться' избавляет нас от побочного ответа.

Критерии проверки и награждения

Каждая задача оценивалась в баллах; баллы, полученные участником за все задачи на конкурсе по лингвистике, суммировались.

Баллы за решения задач выставлялись по следующим критериям.

Задача № 1. За каждую правильно названную пару — 1 балл, за объяснение к каждой паре — ещё 1 балл. Максимальное количество баллов — 6. За каждую неправильно названную пару 1 балл снимается. Если получилась отрицательная оценка — ставится 0 баллов.

Задача № 2. За правильное полное выполнение каждого задания — по 2 балла. За пояснения к ответу — 2 балла. За неполностью выполненные задания и неполное пояснения — по 1 баллу. Максимальное количество баллов — 8.

Задача № 3. За правильное выполнение каждого задания — по 3 балла. Максимальное количество баллов — 9. Задание В: за 1–2 примера — 1 балл, за 3–4 примера — 2 балла, за 5 и более примеров — 3 балла, причём за любое количество примеров на русский язык — не более 1 балла.

Задача № 4. Максимальное количество баллов — 12, из них 4 — за замеченное различие основ на один и два согласных (группы (а) и (б)).

Максимальное суммарное количество баллов за все задачи — 35.

Грамоты «за успешное выступление на конкурсе по лингвистике» и баллы многоборья присуждались в соответствии с суммой баллов по задачам, с учётом классов, в которых учатся участники турнира:

Класс	балл многоборья (e)	грамота (v)
$\leqslant 6$	11	20
7	12	21
8	13	22
9	14	23
10	15	24
11	16	25

Факультатив по лингвистике в РГГУ

В РГГУ при Институте 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, 250–64–46.

Конкурс по литературе

Задания

1. *Филолог В. Николаенко написал шуточные стихи по мотивам известных литературных произведений и назвал их «хокку».*

Только глупый человек
Может спутать столичного франта
С императорским чиновником.

Женщина в вышитом кимоно
Отвергает бравого самурая,
Которого любила когда-то.

Трудно невысокому рюкюсцу
Втащить даже маленькое колечко
По склонам Фудзи!

Боги покарают
Того, кто не сеет рис,
А режет лягушек.

Неверная жена
Бросилась под грохочущую колесницу.
Боги мстят.

Не радуйся, отважный послушник,
в одиночку задушивший тигра!
Смерть подстерегает на всех путях.

Убивший старую женщину
Должен много раз перередиться,
Прежде чем взойдёт на гору Фудзи.

Зря гордится спесивый самурай,
Сидящий на городской стене!
Неизбежны — сперва сон, потом падение.

Сюжеты каких произведений вы узнали? (Укажите названия и авторов.) Что такое «хокку»? Почему приведённые хокку неправильные? Сочините своё хокку на какой-нибудь известный литературный сюжет.

2. *Одна из баллад немецкого поэта 18-го века вошла в историю русской литературы, потому что к ней не раз обращались русские поэты. В 1808 году вышло переложение этой баллады, сразу же ставшее очень популярным. Другой русский поэт вступил в спор и соревнование с первым, в 1816 году выпустив своё вольное переложение этой же баллады.*

Вот как переведено разными авторами одно и то же место немецкого стихотворения — описание нечистой силы, которая послушна главному герою.

Слышу шорох тихих теней:
В час полуночных видений,
В дыме облака, толпой,
Прах оставя гробовой
С поздним месяца восходом,
Лёгким светлым хороводом
В цепь воздушную слились,
Вот за ними понеслись;
Вот поют воздушны лики;
Будто в листьях повилики
Вьётся лёгкий ветерок;
Будто плещет ручеёк.

1808 г.

Казни столп; кругом мерцанье;
Чуть-чуть видно при луне
Адской сволочи скаканье,
Смех и пляски в вышине.
«Кто там? Сволочь! Все за мною,
Вслед бегите все толпою;
Было б там кому плясать,
Как с женой я лягу спать».
Сволочь с песней заунывной
Понеслась за седоком:
Словно вихорь бы порывный
Зашумел в бору сыром.

1816 г.

Сравните эти фрагменты. Обратите внимание на общее впечатление, особенности интонации, лексики, звучания.

Если можете, укажите авторов и названия оригинала и русских переложений.

Вокруг стихотворения 1816 г. разгорелась ожесточённая полемика. Как вы думаете, как отнеслись к нему карамзинисты? Понравилось ли оно А. С. Грибоедову?

3. Вот отрывки одного из стихотворений известного современного поэта Тимура Кибирова.

Забирай, гражданин, и владей,
лиру скорби гражданской бери, не робей,
мне теперь не по чину она!
Я тебе подыграть не сумею на ней,
потому что не волк я по крови своей,
и не пёс я по крови своей.
....

И теперь, наконец, я могу выбирать:
можно «Из Пиндемонти» с улыбкой шептать,
можно Делии звучные гимны слагать,
перед Скинией Божьей плясать!
С Цинциннатом в тряпичные куклы играть,
цвет любимых волос и небес описать,
эту клейкую зелень к губам прижимать,
под Ижоры легко подъезжать!

Так что дудки, товарищи! Как бы не так!
В ваши стойла меня не загонишь никак!
Я не ваш, я ушёл. Я не пойман, не вор!
До свиданья, до встречи, дурак!

1988 г.

Представьте себе, что вам необходимо срочно и в отсутствие нужных книг подготовить издание этих отрывков. Напишите к ним примечания и комментарии, т. е. попробуйте сформулировать основную идею и догадаться, как она связана с временем написания, определить, какие цитаты из произведений русской литературы (укажите, если можете, названия и авторов) здесь встречаются. Подумайте, что ещё нужно пояснить.

Ответы и комментарии к заданиям конкурса по литературе

1. Вот список (в порядке упоминания в задании на стр. 83) произведений, сюжеты которых можно узнать в шуточных стихах.

1. Н. В. Гоголь, «Ревизор».
2. А. С. Пушкин, «Евгений Онегин».
3. Дж. Толкин, «Властелин колец».
4. И. С. Тургенев, «Отцы и дети».
5. Л. Н. Толстой, «Анна Каренина».
6. М. Ю. Лермонтов, «Мцыри».
7. Ф. М. Достоевский, «Преступление и наказание».
8. Старинная английская детская песенка про Шалтая-Болтая (или Л. Кэрролл, «Алиса в Зазеркалье»).

Необходимо сделать несколько оговорок. Мы не считали ошибочными ответы, в которых вместо романа Достоевского называли «Пиковую даму», хотя в повести А. С. Пушкина нет речи о «перерождении» убийцы старой женщины — в финале Германн «сидит в Обуховской

больнице в 17-м нумере ... и бормочет необыкновенно скоро: „Тройка, семёрка, туз! . .“» Можно согласиться и теми, кто счёл «в одиночку убившим тигра» героя поэмы Шота Руставели «Витязь в тигровой шкуре». Правда, Тариэл не был послушником и в конце не погиб, а спас свою возлюбленную и женился на ней, но ведь и герой поэмы Лермонтова убил не тигра, а барса, так что некоторое послабление здесь оправданно. В других случаях пренебрежение к деталям делало ответ очевидно неправильным: Катерина из «Грозы» А. Н. Островского, действительно, «неверная жена», но она бросилась в Волгу, а не под поезд; можно сказать, что в жизни Ильи Ильича Обломова, героя романа И. А. Гончарова, были «сперва сон, потом падение», но невозможно вообразить его «сидящим на городской стене».

Сюжеты известных произведений пересказаны «на японский лад», но этого, конечно, недостаточно, чтобы всерьёз отнести стихотворения к хокку — жанру японской поэзии. Хокку, или хайку, — это нерифмованное трёхстишие (5–7–5 слогов). «Хокку» по-японски — «начальные стихи»: эта форма образована отсечением последних строк от танки — японского пятистишия. Сначала это была преимущественно шуточная, пародийная поэзия («хайку» по-японски — «комические стихи»), потом содержание её стало серьёзным.

«В классическом хайку фиксированное количество слогов — 5–7–5. Именно поэтому приведённые хайку являются неправильными. Кроме того, нарушаются и другие законы. В частности, хайку всегда пейзажны, в них должно быть обращение к природе и намёк на время года» (Е. Лактионов-Мандельштам, 9 кл., шк. 57, Москва). «Хокку представляет собой трёхстишие, имеющее не столько буквальное, сколько символическое значение. У каждого слова есть множество ассоциаций ... Поэтому предельно лаконичный пересказ сути произведения, даже с заменой русских выражений на аналогичные японские, не может называться хокку» (Фёдор Дурнев, 11 кл., Академическая гимназия при Санкт-Петербургском государственном университете).

Заметим, что в русских переводах хокку, даже самых лучших, очень редко соблюдается требуемое количество слогов в строке. Но некоторые участники турнира в своих хокку преодолели (или почти преодолели) эту трудность.

Сёгун у моря
Восьмой год в плену девы.
Чёрных вод мука.
(Гомер, «Одиссея» — Евгений Лактионов-Мандельштам).

Немой самурай
Грустно глядит на воду.
Приказ исполнен.
(И. С. Тургенев, «Муму» — Фёдор Дорофеев, НГШ, Москва).

Жадность и глупость
Убили души невежд.
Страна погибает.
(Н. В. Гоголь, «Мёртвые души» — Ирина Филиппова, 10 кл., шк. 1189, Москва).

Сад из алых роз
Лишь маленькому принцу
Откроет любовь.
(А. де Сент-Экзюпери, «Маленький принц» — Анна Тимофеева, 11 кл., физико-математический лицей № 30, Санкт-Петербург).

2. Оригинал — баллада Готфрида Августа Бюргера «Ленора» (1773); русские переложения — «Людмила» В. А. Жуковского (1808) и «Ольга» П. А. Катенина (1816).

Назвать авторов правильно почти никому из участников конкурса не удалось. Некоторые узнали стиль Жуковского; из немецких поэтов чаще всего в работах фигурировали Гёте и Шиллер. Приведём самый курьёзный ответ: «Думаю, это Байрон, хотя он мог быть англичанином».

А вот сравнить отрывки (более или менее подробно) оказалось по силам многим. Нельзя не почувствовать лёгкую завораживающую мелодию первого отрывка; его звуки — сначала шорох (он буквально слышен благодаря аллитерации в первой строке), потом — пение, подобное дуновению ветерка или плеску ручейка (опять звукопись — повторяющиеся слоги во, ви, ли, ле). Зрительные образы этого отрывка бесплотны или прозрачны (обратим внимание на существительные *тени*, *видения*, *облако*, *дым*, *ветерок*, *ручеёк* и прилагательные *тихий*, *лёгкий*, *воздушный*). «Только слово „гробовой“ выбивается и показывает, что описывается нечистая сила. Без этого указания можно решить, что речь идёт о прелестных дриадах, танцующих в светлых лесах» (Вера Белоусова, 10 кл., 57 шк., г. Москва). «Таинственность возникает благодаря плавной, песенной интонации: весь отрывок представляет собой одно предложение, конструкция которого создаёт впечатление постепенно накатывающейся волны ... Также гармонию и плавность создают анафоры ... Во втором фрагменте интонации отрывистые, «несущиеся», что усиливается ещё и прямой речью» (Вера Кастрель,

10 кл., гимназия 1514, Москва). «Эффект грубости, резкости, отрывистости ... второй фрагмент более динамичен благодаря назывным предложениям: „Казни столп; кругом мерцанье ...“» (Елена Качанова, 10 кл., лицей «Вторая школа», г. Москва). Многие заметили, что во втором отрывке главную роль играют не эпитеты, а глаголы и отглагольные существительные, обозначающие конкретные действия («скаканье, смех и пляски», «бегите», «плясать», «с женой ... лягу спать»); на этом фоне очень выразителен фольклорный эпитет «сырой» («в бору сыром»). «Во втором фрагменте баллада переведена на русский лад, нечистая сила изображена так, как её представляли русские люди в средневековье ... в связи с этим баллада переведена грубым русским языком» (Фёдор Дурнев, 11 кл.). «Во втором мы видим что-то вроде безумного ведьминского шабаша ... нечистая сила громко воет ... он напоминает роман ужасов — резкий, страшный и мрачный. Главный герой — кто-то демонический, вроде Дракулы, и приносящий зло. Если у первого отрывка цель — зачаровать, то у второго — напугать» (Екатерина Барышева, 11 кл., Академическая гимназия при Санкт-Петербургском государственном университете).

Н. И. Гнедич[19], сторонник карамзинистов, в своей статье счёл многие строки «Ольги» «оскорбляющими слух, вкус и рассудок» и переадресовал Катенину его же собственные стихи:

Что вы воете не к месту?..
Песнь нескладна и дика.

А. С. Грибоедов назвал Гнедича «непримиримым врагом простоты» и высоко оценил в катенинской балладе «краткость, чрез которую описание делается живее».

Не зная подробностей русской литературной жизни почти двухвековой давности, авторы лучших работ тем не менее, исходя из общих представлений о карамзинистах и языке комедии Грибоедова «Горе от ума», нашли правильный ответ.

«Неудивительно, что вокруг стихотворения 1816 г. разгорелась полемика — оно слишком резко контрастировало с балладой Жуковского. Уверена, что карамзинистам оно не должно было понравиться» (Елена Демиденко, 10 кл., шк. № 1567, г. Москва). «Думаю, что карамзинисты, любители сентиментальности, были оскорблены употреблением слова „сволочь“, да и вообще такой бешеной интерпретацией уже

[19] Николай Иванович Гнедич (1784–1833) — поэт, переводчик, автор полного перевода «Илиады» (первый перевод на русский язык с сохранением стихотворного размера оригинала, опубликован в 1829 году).

переведённого в 1808 г. стихотворения» (Анна Тимофеева) «А. С. Грибоедов, с присущим ему остроумием и пониманием живого и яркого образного языка, возможно, и оценил это произведение позитивно» (Александр Макаров, 10 кл., шк. № 4, г. Десногорск). «Грибоедов, возможно, оценил бы этот отрывок по достоинству, его стиль как раз отличался остротой, сильными выражениями» (Екатерина Барышева). «Карамзинисты второе, жёсткое переложение должны были принять в штыки. Грибоедов скорее наоборот, т. к. он вместе с Чацким слов не боялся.» (Екатерина Калашникова, 10 кл., шк. № 1189, г. Москва).

3. Стихи Т. Ю. Кибирова, хотя в них отражена совсем недавняя эпоха, оказались труднее всего для понимания. Настрой приведённых отрывков из «Стихов о любви» некоторые авторы сформулировали довольно удачно, хотя и чересчур общо:

«Человек видит перед собой огромные возможности и не хочет больше оставаться в узости прежних взглядов. Стихотворение связано с перестройкой, временем свободы и надежд» (Андрей Максимов, 11 кл., гимназия № 1514, г. Москва); «Стихотворение написано в период перестройки. Кибиров подразумевает, что теперь не его задача писать о проблемах общества. Теперь у поэта другая роль. Он может выбрать самостоятельно, о чем и как ему писать» (Вера Белоусова);

«Идеи свободы мысли и слова, свободной и полноценной жизни видны в нём. Автор пишет о радости свободного существования ... И видимое обращение к античной культуре в его произведении выглядит как создание некоего утопийного мира» (Александр Макаров).

Но почти никто не понял, что «Стихи о любви» — это не ликование поэта, освободившегося от цензуры в результате перестройки, не радость эмигранта, теперь за границей уже не боящегося преследований за свои смелые стихи (так подумали те, кто слишком буквально воспринял слова: «Я не ваш, я ушёл»). В эпоху перестройки, когда для этого уже не нужны ни талант, ни гражданская смелость, поэты охотно заговорили о политике, обсуждая и обличая недавнее прошлое, и именно от них открещивается Кибиров, именно над ними, а не над властями или коммунистическими запретами, как многие решили, насмехается: «Основная идея произведения — неискренность гражданской лирики конца 80-х гг.» (участник конкурса, имя которого мы, к сожалению, не смогли установить); «Лирический герой стихотворения отказывается от роли поэта как просветителя общества, гражданина прежде всего ... прощается с гражданской миссией поэта и уходит в себя, в поэзию для души» (Вера Кастрель).

Смысл произведения Т. Кибирова (как и произведений некоторых других писателей и поэтов — наших современников) можно по-настоящему понять, только если узнаны и осмыслены многочисленные цитаты и отсылки.

Первый отрывок отсылает нас к хрестоматийному стихотворению Н. А. Некрасова «Поэт и гражданин» и — шире — ко всей его гражданской поэзии (достаточно вспомнить «скорбь вопиющую» из его «Размышлений у парадного подъезда» и слова из «Элегии»: «Толпе напоминать, что бедствует народ, /В то время как она ликует и поёт, /К народу возбуждать вниманье сильных мира — /Чему достойнее служить могла бы лира?»).

«Потому что не волк я по крови своей ...» — строка из стихотворения О. Мандельштама «За гремучую доблесть грядущих веков ...»

Второй отрывок почти целиком состоит из цитат.

«Из Пиндемонти» — стихотворение А. С. Пушкина 1836 г. Оно начинается важными для понимания отрывка словами: «Не дорого ценю я громкие права, /От коих не одна кружится голова. /Я не ропщу о том, что отказали боги/ Мне в сладкой участи оспоривать налоги /Или мешать царям друг с другом воевать ...»

«Тема пушкинского стихотворения перекликается с темой стихотворения Тимура Кибирова; их объединяет общая идея нового понимания свободы. Главную мысль современного поэта лучше всего выражают строки классика, ставшие своеобразным манифестом личной свободы. Во-первых, «никому /Отчёта не давать, себе лишь самому /Служить и угождать»; во-вторых, «для власти, для ливреи /Не гнуть ни совести, ни помыслов, ни шеи ...» И наконец, «по прихоти своей скитаться здесь и там, /Дивясь божественным природы красотам, /И пред созданьями искусств и вдохновенья /Трепеща радостно в восторгах умиленья — /Вот счастье! Вот права» (Вера Кастрель).

Делия — героиня элегий римского поэта Тибулла, которого переводил поэт К. Н. Батюшков. Делия упомянута в стихотворении О. Э. Мандельштама «Tristia», сюжет которого взят из Тибулла: разлука с милой Делией, её гадание о новой встрече, мысль о смерти вдали от неё и мечта о неожиданном возвращении, когда она, необутая, из-за прялки бросится герою навстречу.

Скиния Божья — переносное, в виде шатра, святилище, которое Моисей велел сделать во время странствования через пустыню. В специальном её отделении находился ковчег завета — сундук со скрижалями. В скинии совершали культовые жертвоприношения до того, как был построен храм в Иерусалиме. Перед скинией (точнее, перед ковчегом завета) в Иерусалиме плясал царь Давид (Вторая книга царств).

«Цвет любимых волос и небес описать ...» — возможно, полемическая отсылка к стихотворению Некрасова «Поэт и гражданин», в котором Гражданин, обращаясь к Поэту, говорит: «С твоим талантом стыдно спать! /Ещё стыдней в годину горя /Красу небес, долин и моря /И ласки милой воспевать».

«Я к губам поднесу эту зелень — /Эту клейкую клятву листов ...» — начало стихотворения О. Э. Мандельштама 1937 г.

Цинциннат — главный герой романа В. В. Набокова «Приглашение на казнь». («Пятнадцать лет было Цинциннату, когда он начал работать в мастерской игрушек ... занимался изготовлением мягких кукол для школьниц ...»).

«Подъезжая под Ижоры ...» — первая строка стихотворения А. С. Пушкина 1829 г.

Жюри конкурса по литературе не пользовалось формальными критериями определения победителей, решения о награждении грамотой «За успешное выступление на конкурсе по литературе» и о присуждении балла многоборья принимались персонально по каждой работе.

Конкурс по истории

Автор заданий и решений — Сергей Георгиевич Смирнов, ведущий научный сотрудник ИИО РАО. Комментарии к заданию № 12 (текст с ошибками «Наполеон — год 1805») составила Анна Лаврёнова, ученица 11 класса московской школы № 1554.

Вопросы и задания

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

1. *Богат и славен Борода: его луга необозримы;*
Учёных бродят там стада — хотя и вольны, но хранимы ...

Где и когда происходили события, описанные в этом стишке? Кто в них участвовал? Какие следы этих дел заметны до сих пор?

2. Как легче всего узнать, какая погода была в Москве 24.06.1945?

3. Назовите семерых важнейших партнёров Уинстона Черчилля в политике. Как развивались отношения в этих пáрах?

4. Как звали **отцов** великих завоевателей: Асархаддона, Кира, Александра, Ганнибала, Цезаря, Аттилы, Чингис-хана, Тимура, Наполеона?

5. В каком родстве состояли между собой герои Куликовской битвы: Дмитрий Донской, Дмитрий Боброк Волынский, Владимир Серпуховской, Андрей Полоцкий, Ягайло Литовский, Микула Вельяминов?

6. Перечислите великих Владимирских князей 13 века. Чем они прославились на этом посту?

7. Расшифруйте сокращения: ВЦИК, ДОСААФ, РСДРП, СТО, СНК, СС, РСХА, НСДАП, ОКВ, РОА, НАТО. В каких странах действовали эти организации?

8. Хатшепсут, Тамара Багратиони, Елизавета Тюдор, Екатерина фон Анхальт-Цербст. Составьте **отзыв** одной из этих цариц о другой.

9. Говорят, что Монгольская империя **способствовала** расцвету Шёлкового Пути — но Османская империя **препятствовала** движению европейских купцов по этому пути. Верно ли это? Если да, то отчего такая разница?

10. Сравните деятельность **трёх** королей по имени «Генрих 4» в Англии, Франции и Германии. Каковы были их главные достижения?

11. Найдите исторические ошибки в тексте.

Роковой день при Пуатье

Через 7 веков после первой славной битвы при Пуатье широкие поля между Туром и Нанси вновь стали ареной жестокой битвы великих армий. Но как измельчал духом Христианский мир за семь столетий! Прежде Карл Великий вёл франков в бой за истинную веру — против тьмы язычников и мусульман, явившихся из Африки в наказание за грехи христиан. Тогда Христос Пантократор даровал победу своим воинам. Их предводителю досталась имперская корона, упавшая наземь со слабой главы Хильдерика Меровинга.

Теперь же далёкий потомок Карла 1 — Жан 1 Бесстрашный — из всех достоинств пращура явил лишь одно: храбрость, и ту — не по разуму. Король Франции отверг предложение английского принца Эдварда Долговязого о перемирии и совместном Крестовом походе на восток — против турок, захвативших Адрианополь и угрожающих священному Царьграду. Божья кара за гордыню не замедлила пасть на голову неразумного монарха: лучшие рыцари Франции, спешившись ради атаки вверх по крутому склону холма, были расстреляны английскими арбалетчиками и дорезаны подлой бретонской пехотой!

После этого худые вояки разбежались, бросив своего короля и его отважных сыновей — дофина Карла Смелого и бургундского герцога Филиппа Отважного — на произвол Судьбы. Все трое оказались в английском плену; опять Франции придётся платить огромный выкуп за поглупевшую династию! Победа Англии после 30 лет войны кажется окончательной; так ли это?

Алый Принц Эдвард 3 вдруг ощутил себя сильнейшим монархом Европы и понял, что не знает главного: как не упустить удачу? Можно идти на Париж и взять его без боя. Никто не окажет англичанам сопротивления — но парижане потребуют от чужого короля такого доброго управления, какого они не видели от своего невезучего монарха. Но как раз в делах правления Алый Принц совсем не опытен! Не зря он выбрал своим девизом слова «Ich Dien» — «Я Служу» ...

Не лучше ли разрешить Парижской Коммуне самоуправление,

которого она издавна добивалась от своих природных королей-Плантагенетов? Старшина парижских кожевников — Этьен Марсель — прислал к Алому Принцу гонцов с предложением сотрудничества. Пусть англичане властвуют в Париже так, как в Бордо: признавая местное самоуправление за регулярный денежный налог!

А что думают на сей счёт разбежавшиеся французские рыцари? Они хотят хозяйничать в своих замках, как ни в чём не бывало. Пусть новый король старой Франции признает их феодальные права: ведь только рыцари могут управлять мужичьём! Но мужики после Пуатье стали уже не те: взявшись за луки и топоры, они готовы перебить господ, всех до единого — и англичане для них ничем не лучше французов ...

Поэтому союз с Парижской Коммуной для Алого Принца — единственный путь к твёрдой власти над Францией. Освятить союз монарха и народа может папа Иннокентий 4 — и он охотно сделает это, будучи освобождён Принцем из «Авиньонского плена» на берегах Гаронны, куда злая воля Филиппа Молчаливого заточила наместников Святого Петра! А французскую знать нужно побыстрее вести в очередной Крестовый поход — но теперь не в Святую Землю, а на Балканы, где бушует газават султана Селима Грозного!

Как жаль, что этот здравый план не удалось воплотить в жизнь! Вспышка чумы унесла жизни Алого Принца и папы Иннокентия, а злосчастная война между Англией и Францией затянулась ещё на 70 лет: её так и прозвали — Столетней. До самого её конца папский престол застрял в устье Гаронны под опекой англичан; не только набеги турок, но даже мятеж еретиков-чехов не помогли восстановить единство Католического мира. А потом стало поздно: по зову Данте, потрясённого бесполезной резнёй при Пуатье, в Европе началось Возрождение.

12. Найдите исторические ошибки в тексте.

Наполеон — год 1805

Великолепное майское утро обещало парижанам чудесный день. Но его омрачила горькая весть: французский флот разбит англичанами и испанцами в бухте Трафальгар! Погибло больше половины кораблей и тысячи матросов. Адмирал Ла Перуз пал от пули английского снайпера на палубе своего любимого фрегата «Виктуар» — того самого, на котором он впервые обогнул земной шар, плывя на восток — по следам Васко да Гама. Гордое трёхцветное знамя, трепетавшее у берегов Мадагаскара и Сахалина, скрылось в холодной пучине Бискайского залива. Правда, погиб и победитель Ла Перуза — английский адмирал

Грегори Нельсон; но английский флот уцелел, а французский — уничтожен!

Это первое крупное поражение Франции с тех пор, как власть перешла от революционного Конвента к первому консулу Республики — Наполеону Бонапарту. Уже пять лет армии санкюлотов держат в страхе всю Европу; но одна катастрофа на море может все испортить! Император Фридрих 3 и папа Пий 9 вновь объявят Крестовый поход против безбожных французов; Прованс и Овернь вновь восстанут против власти нечестивых парижан. Богатая Англия отвалит новую порцию денег и оружия для бесчисленных германских князей — от Вены до Кенигсберга. Старый дьявол Вильям Питт ещё надеется расколоть Францию на отдельные провинции, как было во время Столетней войны. В таком случае английский король Эдвард 6 (хоть и немец по происхождению) сможет объявить себя сюзереном Франции — подобно давнему тёзке из династии Ланкастеров!

Такой ход событий вполне вероятен; чтобы его исключить, первый консул Франции должен в очередной раз совершить невозможное. Хорошо, что Англия не может завтра же высадить во Франции свой десант, как случилось во времена Эдварда 4! Не опасаясь удара в спину с моря, консул Бонапарт может обратить свои силы на восток и ударить в самое сердце Германской империи раньше, чем её спасут англичане. Немцы любят слово «Блицкриг»: они его получат! К началу зимы трёхцветное знамя должно реять над Веной и Римом! Теперь и русские войска не выручат австрийцев: ведь Суворов умер, а достойного преемника ему нет ...

Этот дерзкий план удался в полной мере. Разгромив австрийские войска принца Карла у Ваграма на Дунае и сокрушив русскую армию Барклая при Аустерлице, маршал Бонапарт вступил в Вену без сопротивления. Одновременно генерал Массена занял Рим, арестовал папу и доставил его в Вену для участия в великолепном спектакле по сценарию Бонапарта. Накануне Рождества престарелый император Фридрих отрёкся от престола, завещав его новому владыке франков, саксов и аллеманов — сорокалетнему герою Наполеону Бонапарту. Папа Пий 9 послушно увенчал везучего корсиканца древней короной Карла Великого — в том самом соборе св. Стефана, где тысячу лет назад папа Павел 6 венчал на царство удачливого бургундца ...

Новоявленный император Запада тут же помирился с императором Востока: встретившись в Эрфурте, Наполеон и Александр заключили мир и договорились о разделе Турецкого наследства. Брат Александра — Константин — был назначен преемником султана Мехмеда 4

в Констанинополе; брат Наполеона — Люсьен — стал кесарем Великой Румынии на Дунае. Хитроумный маршал Массена был назначен королём Швеции и женился на сестре российского императора. Лучший из российских дипломатов — граф Михаил Сперанский — стал послом России в Париже и советником Наполеона в делах просвещения и науки.

Именно он убедил нового императора последовать примеру Солнечного короля — Луи 15. Тот, создав Академию Наук в противовес Лондонскому Королевскому Обществу, широко распахнул ворота Лувра для иностранных учёных: немцев и датчан, шведов и русских. Если Наполеон поступит так же — Франция получит шанс превзойти Англию в сфере наук, а значит и в промышленности. Сокрушить британцев путём блицкрига не удалось; значит, нужно одолеть их в долгом экономическом соревновании, а его не выиграть без участия лучших учёных мужей Европы! Пусть они едут в Париж: имперская столица обеспечит им лучшие условия для работы на благо человечества!

Так на остывающем пепелище Революции возгорелся новый пламень научного поиска европейцев — западных и восточных. Пруссак Гаусс и тосканец Вольта, швед Берцелиус и датчанин Эрстед, американец Фултон и нижегородец Лобачевский, французы Фурье и Шампольон — все они, собранные вместе, породили великую науку 19 века. Наполеон 1 вошёл в историю как Просвещённый Император; эта память жива поныне, когда мало кто помнит боевые победы удалого корсиканца.

Ответы, решения и комментарии к заданиям конкурса по истории

1. Расшифровать подражание «Полтаве» Пушкина[20] сумели очень немногие школьники. Впрочем, этот стишок родился почти полвека назад — в «секретном» городе Арзамас–16[21], где физики-ядерщики создавали урановую и водородную бомбы под руководством «Бороды» — академика И. В. Курчатова и под присмотром начальника НКВД — Л. П. Берии.

Такой пародийный стишок скорее всего мог стать фольклором Арзамаса–16 только после 20 съезда КПСС (1956 год).

Современное название этого научного учреждения — Российский федеральный ядерный центр Всероссийский Научно-Исследовательский Институт Экспериментальной Физики (РФЯЦ–ВНИИЭФ).

Следы деятельности научного коллектива Арзамаса–16 — это не только ядерное оружие и ядерная энергетика, и, разумеется, сам город, но и много других научных и технологический достижений (и, к сожалению, связанных с этим экологических, политических и других проблем). Более подробно с некоторой (по понятным причинам — не всей) информацией об истории и деятельности РФЯЦ–ВНИИЭФ можно ознакомиться на интернет-сервере этого научного центра `http://www.vniief.ru/`

2. Очень многие школьники связали дату 24.06.1945 с Отечественной Войной и с Парадом Победы после войны. Но очень немногие поняли, что они сами *много раз видели* кинокадры этого парада — почти в любом фильме о войне! 200 гвардейцев бросают трофейные немецкие знамёна перед мавзолеем Ленина; видно, что идёт дождь ...

Приятно и понятно, что кратчайшее верное решение этой задачи дал один из самых младших участников турнира — шестиклассник Дима Федюшко из 1018 школы.

[20] А. С. Пушкин. *Полтава. Песнь первая.*
Богат и славен Кочубей.
Его луга необозримы;
Там табуны его коней
Пасутся вольны, нехранимы.
...

[21] Именно под этим названием город был рассекречен (и потому стал известен) в конце 1980-х годов. Современное название — Саров, в 1950–1960 годы, о которых идёт речь, Саров сменил много других названий.

3. Главное дело жизни Черчилля — руководство вооружёнными силами Великобритании во время двух мировых войн. В первой войне он был военно-морским министром и имел дело с премьер-министром Ллойд-Джорджем, с английскими командующими — Китченером и Френчем, с президентом США Вудро Вильсоном. После окончания этой войны Черчилль пытался свергнуть правительство Ленина в России и ради этого сотрудничал со многими лидерами русского «белого» движения.

Перед Второй Мировой войной Черчилль призывал к свержению Гитлера и соперничал с «мирным» премьером Англии — Чемберленом. После начала войны Черчилль в роли премьер-министра сотрудничал с главными лидерами антифашистского блока: президентом США Франклином Рузвельтом и главою СССР — Сталиным, а также с английским командующим Монтгомери.

Очень немногие ломоносовцы вспомнили о видной роли Черчилля не только во *второй*, но и в *первой* мировой войне: он тогда был военно-морским министром Англии! Из тогдашних партнеров Черчилля были названы только премьер-министры: Чемберлен и Ллойд-Джордж. Зато среди лидеров Второй Мировой войны были названы Сталин и Гитлер, Молотов и Риббентроп, Монтгомери и Эйзенхауэр, Муссолини и Шарль де Голль, Франклин Рузвельт и Гарри Трумен. Наибольшее число разных имён — 7 штук, с подробными характеристиками всех персон — назвал ветеран нашего турнира — Виталий Редькин из 1624 школы.

4.

Сын	*Отец*
Асархаддон	Синаххериб
Кир	Камбиз
Александр Македонский	Филипп
Ганнибал	Гамилькар Барка
Цезарь	Гай Юлий Цезарь
Аттила	Мундзук
Чингис-хан	Есугей
Тимур Хромой	Тарагай
Наполеон	Карло Буонапарте

Лучшие познания об *отцах* великих завоевателей проявил ученик 10 класса 57 школы Володя Цвингли: он верно назвал 6 имён. Филипп Македонский — отец Александра, Камбиз — отец Кира Персидского, Гамилькар Барка — отец Ганнибала. Отец Гая Юлия Цезаря был его полным тёзкой; Есугей — отец Темучжина (будущего Чингиз-хана). Володя также верно назвал отца Наполеона — Карло Буонапарте, но спутал *отца* Асархаддона с его *сыном* — Ашшурбанапалом. Этой ошибки избежала одноклассница Володи — Света Белозерова: она вспомнила Синаххериба, как разрушителя Вавилона!

Верные имена отцов Аттилы (Мундзук) и Тимура (Тарагай) не назвал никто; но некоторые назвали имя *дяди* и предшественника Аттилы: Ругила (что также учитывалось при оценке ответа).

5. Генеалогия *русских* и *литовских* князей 14 века оказалась почти неведома *всем* участникам турнира. В лучшем случае школьники вспоминали о родстве Дмитрия Донского с Владимиром Храбрым (двоюродные братья) и о *свойстве* Боброка с Дмитрием Донским: приезжий из Литвы князь — Гедиминич (а не Рюрикович!) был женат на сестре московского князя.

Полное решение задачи таково: Литовско-русский князь Боброк Волынский — внук князя Гедимина и потому двоюродный брат Андрея Ольгердича Полоцкого и Ягайло[22] Ольгердича Литовского. Эти двое — единокровные братья, сыновья разных жён Ольгерда Гедиминича: Марии Полоцкой и Ульяны Тверской. Кроме того, Дмитрий Боброк был женат на сестре Дмитрия Донского — то есть был его свояком.

Князь Владимир Андреевич Серпуховской — двоюродный брат Дмитрия Ивановича Донского (оба они — внуки Ивана Калиты) и зять Ольгерда Литовского — то есть он свояк Андрея Полоцкого и Ягайло Литовского.

Боярин Микула Вельяминов (сын последнего московского тысяцкого — Василия Вельяминова) приходился Дмитрию Донскому двоюродным братом (поскольку мать Дмитрия — Александра Вельяминова), а также свояком — ибо их жёны были сёстрами (две дочери князя Дмитрия Суздальского).

6. Напротив, познания *московских* школьников насчёт *персон* и даже *годов* правления Владимирских князей 13 века превзошли воображение организаторов Турнира! Если исключить телепатию и ясновидение (которые не входят в программу Турнира и потому оценке не подлежат), то неизбежен вывод: в распоряжении по крайней мере 20 московских участников были какие-то справочные материалы со списками российских правителей — даже столь номинальных

[22] Ягайло не принимал личного участия в сражении 8 сентября 1380 года, но, несомненно, был героем (участником) тогдашних военно-политических событий.

и виртуальных, как князь Михаил Хоробрит (младший брат Александра Невского, первый владетель Москвы — похоже, что он заложил первый Архангельский Собор в честь своего небесного патрона). Учитывая такую сверхинформированность современных школяров, жюри особо поощрило тех школьников, которые смогли дать *пояснения* о *личных* достижениях перечисленных ими князей.

Два выбранных нами решения принадлежат Диме Тяпину (Петербург, Классическая гимназия, 8 класс) и Наташе Кулыгиной (Москва, 1543 гимназия, 9 биологический класс). Вместе они составляют *полное* решение задачи № 6 — и удачно отражают стиль мышления их авторов.

Дима Тяпин: «Сначала правил Всеволод Большое Гнездо (до 1212 года). За ним — его сыновья: Константин, воевавший с братом Юрием, который потом погиб в битве с монголами на реке Сить (1238). Затем Ярослав (отец Александра Невского) — он первым из русских князей ездил за ярлыком в Орду; за ним — его брат Святослав, свергнутый своим племянником Михаилом Храбрым, который погиб в бою с литовцами. Потом идут внуки Всеволода: сперва Андрей Ярославич — родоначальник суздальско-нижегородской ветви князей. Потом Александр Невский — ну, он и в Африке — Александр Невский, с ним всё ясно! За ним — его брат Ярослав Тверской, и ещё — Василий Костромской. А уж потом — сыновья Невского, Дмитрий и Андрей, постоянно враждовавшие между собой. С ними кончился 13 век и началась Московская эпоха . . . »

Наташа Кулыгина: «Всеволод Большое Гнездо — основал Дмитровский собор во Владимире, да и другие соборы он обновил. Константин победил Юрия с помощью новгородцев, но потом церковная дипломатия их примирила. Юрий — активное освоение Поволжья, основание Нижнего Новгорода. Он погиб в бою с Батыем и за это причислен к лику святых. Его (Юрия) брат Ярослав первый получил ярлык из рук Батыя, но потом был отравлен — вероятно, тоже в Орде[23].

Андрей Ярославич пытался сбросить монгольское иго, заключил союз с Даниилом Галицким; за это был свергнут своим братом Александром и бежал за границу. Позже он вернулся, но больше не высовывался . . . Александр Невский жестоко подавлял любое сопротивление монгольскому владычеству; в Орде он проводил едва ли не больше времени, чем дома. Но Александр тоже причислен к лику святых, как защитник православной веры: ведь благодаря ему в Сарае возникла епископия . . . »

[23] на самом деле — в Каракоруме

7. Расшифровка **сокращений** оказалась одним из самых лёгких заданий для многих школьников и не позволила выявить лидеров в этом ремесле. Зато какие бывали ошибки! Армию генерала Власова многие путали с российским обществом авиаторов, хозяйство Гиммлера и Кальтенбруннера в Германии — с Российской Сельско-Хозяйственной Академией, Совет Труда и Обороны — со станцией технического обслуживания, СС — с Советским Союзом, и так далее. Но самые смешные ошибки вызвало слово НАТО — точнее, *третья* буква в этом слове. Очень немногие школьники, даже зная английский язык, угадали здесь слово Treaty — Договор. Гораздо больше сторонников оказалось у слова Trinity — Троица. Такова ментальность нынешних школяров!

Верное решение задачи таково:

В России:
ВЦИК = Всероссийский Центральный Исполнительный Комитет (Съезда Советов Народных Депутатов)
РСДРП = Российская Социал-Демократическая Рабочая Партия
СТО = Совет Труда и Обороны
СНК = Совет Народных Комиссаров
ДОСААФ = Добровольное Общество Содействия Армии, Авиации и Флоту.

В Германии:
СС = SchutzStaffel = Охранные Отряды
РСХА = ReichsSicherheitsHauptAusschuss = Главное Управление (Комитет) Имперской Безопасности
НСДАП = Die NazionalSozialistische Deutsche ArbeiterPartei = Немецкая Национал-Социалистическая Рабочая Партия
ОКВ = OberKommandoWehrmacht = Верховное Командование Вооружённых Сил Обороны

В России и Германии:
РОА = Российская Освободительная Армия

В Западной Европе и США:
НАТО = North Atlantic Treaty Organisation = Организация Северо-Атлантического Договора

8. Конечно, самые удачные отзывы цариц о царицах — особенно Елизаветы Английской о Екатерине Российской, или обратно — написали девушки. Среди авторов лучших работ — московские восьмиклассницы Аня Кузнецова (444 школа) и Кристина Громан (школа 5),

Катя Барышева из Академической гимназии Петербурга. Но ввести в игру египетскую царицу Хатшепсут дерзнули только юноши: москвич Женя Лактионов-Мандельштам из 57 школы и питерянин Игорь Кравчук из Академической гимназии. Правда, им не хватило психологического мастерства для полноценного сравнения конфликтов между Хатшепсут и её пасынком Тутмесом 3, между Екатериной и цесаревичем Павлом — но это ремесло наживное ...

К сожалению, мало кто вспомнил грузинскую царицу Тамару — и то лишь как вдохновительницу творчества Шота Руставели, которого не грех сравнить с Шекспиром при Елизавете Тюдор. Очевидно, нынешние школьники не читали прекрасную книгу И. В. Можейко «1185 год: Восток и Запад», где рассмотрена сложная биография Тамары. Ведь она (в отличие от прочих трёх цариц) сумела избавиться от неудобного первого мужа — русского князя Юрия Андреича — не убивая его: просто выгнала забияку и самовластца в Византию, где он прославился в роли крестоносца. И новую удачную семью Тамара сумела построить, двух толковых детей вырастила — и померла вовремя, не дождавшись монгольского вторжения ... Читайте, дети, Игоря Можейко — не только когда он пишет под именем Кир Булычёв!

9. «Евразийская» задача о разной роли монголов и османов на Шёлковом пути была составлена во вкусе Льва Гумилева: он любил повторять, что «Историк, не сведущий в географии, на каждом шагу встречает претыкание!» Это претыкание поразило очень многих участников турнира, не способных мысленно вообразить карту Евразии, прикинуть расстояние между Османской державой и Китаем. Одно из лучших решений дал Антон Петров из 10 класса Классической гимназии Петербурга:

«Монгольской империи принадлежал Китай; поэтому торговля шёлком была выгодна монголам. Османам Китай не принадлежал; они с ним даже не граничили, но хотели сами с ним торговать — а потом дорого перепродавать шёлк в Европу».

Вот и всё: экономика, география и политика сплелись в единый узел, как принято у классиков. Спасибо тренерам чемпионов — в данном случае, географине Людмиле Владимировне Шмидт из Петербурга! Вместе с нею можно поздравить питерских историков-медиевистов: Данилу Викторовича Рощина (он обучил Игоря Кравчука), Илью Хацкелевича Черняка (он учил Диму Тяпина Средневековью) и Павла Владимировича Седова (он учит российской истории юных питерских «классиков»).

Вровень с ними стоят московские коллеги: Андрей Игоревич Петровский из 57 школы и Леонид Александрович Кацва (автор известного учебника) из гимназии 1543. Не все они любят Льва Гумилева — но их питомцы умеют взять лучшее у разных классиков великой науки ...

10. Задача о трёх королях Генрихах поставила в тупик большинство участников турнира. Увы, все трое жили в разные века — и школьники успевают забыть германского императора Генриха 4 (который в 11 веке боролся с папой Григорием 7 и унижался перед ним в Каноссе) раньше, чем знакомятся с французским королём-гугенотом Анри Четвёртым! Английского же короля Генриха 4 Ланкастера знают только читатели Шекспира — и то не все! Вот и сравни их друг с другом ...

Можно оставить это дело в качестве домашнего задания для знатоков — тем более, что многие участники турнира показали хорошие результаты по другой «средневековой» задаче — тексту с ошибками, посвящённому битве при Пуатье.

11. Лучшего результата здесь добился восьмиклассник Игорь Кравчук из Академической гимназии Петербурга: он заметил 33 ошибки, из них 30 определил верно. Тем интереснее рассмотреть те ошибки, которые чемпион Средневековья *пропустил* — или которые он сам *сделал* при анализе текста.

а) К сожалению, Игорь не вспомнил *точную дату* второй битвы при Пуатье: 1356 год. Это во многом осложнило его работу по обоснованию прочих ошибок.

б) Пантократор — *греческий* титул Христа; в католической Европе он не употреблялся.

в) Общее заблуждение: «если Парижская Коммуна *была* в 1871 году, то *не могла* же она быть в Средневековье!» Очень даже могла — и была, с 12 века, и парижские короли очень с нею считались ...

г) «Крестьяне Франции не имели доступа к лукам». Имели, конечно — но не имели постоянной *практики* в труднейшем ремесле лучника, а потому не могли соперничать с опытными английскими йоменами.

д) «Турецкая экспансия в *те* годы была направлена не на Балканы, а на Восток — в Иран». Как раз в 14–15 веках Османы осваивали Византийское наследство на Балканах; с Ираном они начали борьбу лишь в конце 15 века.

е) «Вряд ли английский принц мог выбрать себе девиз на *немецком* языке: тогда в ходу была латынь и французский язык». В общем,

верно — но Чёрный принц выбрал себе такой девиз, получив посвящение в рыцари от *германского* императора.

Полный список ошибок в тексте «Роковой день при Пуатье».

Для удобства приводим текст с ошибками ещё раз. Ошибочные фрагменты выделены *курсивом*, номера сносок соответствуют номерам пунктов в списке комментариев.

Роковой день при Пуатье

(текст с ошибками)

Через 7 веков после первой славной битвы при Пуатье[1] широкие поля между Туром и *Нанси*[2] вновь стали ареной жестокой битвы великих армий. Но как измельчал духом Христианский мир за семь столетий! *Прежде Карл Великий*[3,4] вёл франков в бой за истинную веру — против тьмы *язычников*[5] и мусульман, явившихся из Африки в наказание за грехи христиан. Тогда Христос *Пантократор*[б)] даровал победу своим воинам. Их предводителю *досталась имперская корона*[7], *упавшая наземь со слабой главы Хильдерика Меровинга*[6].

Теперь же далёкий потомок Карла 1 — *Жан 1 Бесстрашный*[8,10] — из всех достоинств пращура явил лишь одно: храбрость, и ту — не по разуму. Король Франции отверг предложение *английского принца Эдварда Долговязого*[11] о перемирии и совместном Крестовом походе на восток — против *турок, захвативших Адрианополь*[12,14] и угрожающих *священному Царьграду*[13]. Божья кара за гордыню не замедлила пасть на голову неразумного монарха: лучшие рыцари Франции, спешившись ради атаки вверх по крутому склону холма, были расстреляны *английскими арбалетчиками*[15] и дорезаны подлой *бретонской пехотой*[16]!

После этого худые вояки разбежались, бросив своего короля и его отважных сыновей — *дофина Карла Смелого*[8] и бургундского герцога *Филиппа Отважного*[8] — на произвол Судьбы. Все трое оказались в английском плену; *опять Франции придётся платить огромный выкуп за поглупевшую династию*[18]! Победа Англии *после 30 лет*[17] войны кажется окончательной; так ли это?

Алый Принц[9] Эдвард 3 вдруг ощутил себя сильнейшим монархом Европы и понял, что не знает главного: как не упустить удачу? Можно идти на Париж и взять его без боя. Никто не окажет англичанам сопротивления — но парижане потребуют от чужого короля такого доброго управления, какого они не видели от своего невезучего монарха. Но как раз в делах правления Алый Принц *совсем не опытен*[19]! Не зря он выбрал своим девизом слова «Ich Dien» — «Я Служу» ...

Не лучше ли разрешить Парижской Коммуне самоуправление, которого она издавна добивалась от *своих природных королей-Плантагенетов*[20]? *Старшина парижских кожевников — Этьен Марсель*[21] — прислал к *Алому Принцу*[9] гонцов *с предложением сотрудничества*[22]. Пусть англичане властвуют в Париже так, как в Бордо: признавая местное самоуправление за регулярный денежный налог!

А что думают на сей счёт разбежавшиеся французские рыцари? Они хотят хозяйничать в своих замках, как ни в чём не бывало. Пусть новый король старой Франции признает их феодальные права: ведь только рыцари могут управлять мужичьём! Но мужики после Пуатье стали уже не те: взявшись за луки и топоры, они готовы перебить господ, всех до единого — и англичане для них ничем не лучше французов ...

Поэтому союз с Парижской Коммуной для *Алого Принца*[9] — единственный путь к твёрдой власти над Францией. Освятить союз монарха и народа может папа *Иннокентий 4* [23] — *и он охотно сделает это, будучи освобождён Принцем из «Авиньонского плена»*[24] *на берегах Гаронны*[23], куда злая воля Филиппа Молчаливого[25] заточила наместников Святого Петра! А французскую знать нужно побыстрее вести в очередной Крестовый поход — но теперь не в Святую Землю, а на Балканы, где бушует газават *султана*[27] *Селима Грозного*[26]!

Как жаль, что этот здравый план не удалось воплотить в жизнь! *Вспышка чумы унесла жизни Алого Принца*[28] и папы Иннокентия, а злосчастная война между Англией и Францией затянулась *ещё на 70 лет: её так и прозвали — Столетней*[29]. До самого её конца папский престол застрял в устье Гаронны под опекой англичан; не только набеги турок, но даже мятеж еретиков-чехов не помогли восстановить единство Католического мира. А потом стало поздно: по зову *Данте, потрясённого бесполезной резнёй при Пуатье*[30], в Европе началось Возрождение.

1. Разница в датах между двумя битвами при Пуатье составляет не 7 веков, а $1356 - 732 = 624$ года.

2. Равнина у Пуатье окаймлена тремя городами: Туром, Пуатье и Орлеаном. Город Нанси (столица Бургундии) лежит далеко к востоку от Пуатье.

3. Карл Великий родился *после* первой битвы при Пуатье — в 742 году.

4. Франками при Пуатье командовал Карл Мартелл — *дед* Карла Великого.

5. В исламской армии арабов при Пуатье в 732 году не могло быть бойцов-язычников.

6. Вожди из династии Меровингов во Франции *не* носили титул «император», а только титул «рекс».

7. Имперская корона появилась на католическом варварском Западе только при Карле Великом — в 800 году.

8. Французской армией во *второй* битве при Пуатье в 1356 году командовал король Жан 2 Добрый. Он попал в плен к англичанам со своими сыновьями: дофином Карлом (он позднее стал королём Карлом 5 Мудрым) и юным герцогом Бургундии — Филиппом Смелым.

9. Английской армией при Пуатье командовал Чёрный (а не Алый) Принц Эдвард: он получил это прозвище за цвет доспехов из воронёной стали.

10. Жан Бесстрашный — *не* король, а герцог Бургундии (сын Филиппа Смелого). В 1356 году он ещё не родился.

11. Эдвард Долговязый (Longshanks) — прозвище английского короля Эдварда 1, прадеда Чёрного Принца. Эдвард 1 умер в 1307 году, до описываемых в тексте событий.

12. Турки-османы захватили Адрианополь в 1362 году — после битвы при Пуатье.

13. Православный Царьград (Константинополь) *не* был для западных католиков святыней — после 1204 года, когда они его захватили и разграбили, и 1261 года, когда их оттуда выбили греки и монголы.

14. Крестовый поход католиков на Балканы против турок состоялся лишь в 1396 году — во время очередного перерыва в Столетней войне. Этот поход завершился разгромом крестоносцев при Никополе.

15. Английские стрелки были, в основном, лучники — а не арбалетчики.

16. Бретонцы не участвовали в битве при Пуатье. Лёгкая пехота в английском войске Чёрного Принца Уэльского состояла, в основном, из его подданных — валлийцев.

17. К моменту битвы при Пуатье война между Англией и Францией тянулась не 30, а только 20 лет.

18. До битвы при Пуатье короли Франции *не* попадали в плен к врагам. Поэтому выкуп за пленного короля был для французов в новинку. Они не успели собрать его прежде, чем Жан Добрый умер в английском плену (1364 год).

19. Девиз «Ich Dien» (Я Служу — по-немецки) принц Эдвард принял, будучи посвящён в рыцари германским императором. Принц Эдвард был не только талантливым полководцем, но и успешным администра-

тором — как наместник своего отца Эдварда 3 во французских владениях Англии (с центром в Бордо).

20. Природные (в смысле, в котором это слово употреблено в тексте) короли Франции — *не* Плантагенеты (эти правили в Англии), а Капетинги (см. также п. 22).

21. Этьен Марсель не был старшиной кожевников; он был старшиной парижских суконщиков и городским головой (прево́).

22. После пленения короля Жана Доброго Этьен Марсель пытался договориться о разделе власти *не* с английским принцем Эдвардом, а с французским королём Наварры — Карлом Злым (из династии Капетингов). Этот союз не удался: Марсель погиб раньше, Карл Злой — позже.

23. Папа Иннокентий 4 правил в Риме в середине 13 века. Во время битвы при Пуатье папа Иннокентий 6 правил в Авиньоне — на берегу Роны (а не Гаронны — там лежит город Бордо, столица Аквитани).

24. Во время «Авиньонского плена» (1309–1378) все папы старались сохранить свой нейтралитет между Англией и Францией, опасаясь расправы победителей.

25. Это не ошибка. Филипп Молчаливый (или «Филин») — другое, не очень известное, прозвище короля Франции Филиппа 4 Красивого.

26. Султан Селим Грозный (Явуз) правил Турцией в начале 16 века.

27. Во время битвы при Пуатье правитель Турции Орхан носил титул «эмир» (равносильный графу или герцогу), а *не* титул «султан» (равносильный королю или императору). Титул «султан» принял эмир Мурад после того, как отвоевал Адрианополь у византийцев (1362 г.) и сделал этот город своей столицей.

28. Великая чума пришла в Европу *до* битвы при Пуатье — в 1346 году. Позднее она неоднократно возвращалась. Но Чёрный Принц умер в 1376 году (в возрасте 49 лет) *не* от чумы (в последние годы жизни у него было много серьёзных проблем со здоровьем).

29. Столетняя война между Англией и Францией продолжалась (с перерывами) не 100, а 116 лет: с 1337 по 1453 год.

30. Данте Алигьери умер в 1321 году — задолго до Столетней войны. Современниками битвы при Пуатье в Италии были Джованни Боккаччо и Франческо Петрарка.

Таковы самые поучительные ошибки юных медиевистов[24] нашего времени и нашей страны.

[24] Так историки называют специалистов по истории средних веков.

12. Хотелось бы продолжить в этом же тоне разговор о современных *новистах* — точнее, о *бонапартистах*, отличившихся в задаче № 12 (Наполеон — год 1805). Но увы — так, свысока разговор не пойдёт, ибо сильнейшая бонапартистка среди участников турнира отметила в своей работе *намного больше* исторических ошибок и неточностей, чем изначально предполагало жюри, составляя задание. Автор думал о примерно 35 ошибках; Володя Цвингли обнаружил их 28, а Аня Лаврёнова из 1554 школы нашла 55 ошибок и неточностей, касающихся Наполеона! Такую работу грех реферировать или пересказывать: её нужно публиковать полностью, что мы и делаем[25]. Но перед этим перечислим те ошибки, которые Аня Лаврёнова *не* заметила, ибо они относятся к тонкостям морского дела и географических открытий.

а) маркиз де Ла Перуз отправился в кругосветное путешествие ещё *до* Французской революции. Он, конечно, плыл *не* на восток, а на *запад* — чтобы использовать ветры-пассаты, а не бороться с ними. Знамя на кораблях Ла Перуза («Буссоль» и «Астролябия») развевалось *не* трёхцветное (республиканское), а королевское — с золотыми лилиями на синем поле. До Сахалина Ла Перуз доплыл — но в Тихом океане он погиб и до Мадагаскара не добрался. Адмиральского чина он не получил — по той же причине.

б) Трафальгар — **не** бухта, а **мыс** на самом юге Испании, вблизи Гибралтара. Это очень далеко от Бискайского залива — и тем более, от Ла-Манша, куда многие участники турнира пытались поместить эту баталию.

А теперь — комментарии чемпионки среди бонапартистов, Анны Лаврёновой, к ошибкам в тексте «Наполеон — год 1805».

М-да! Подобной галиматьи свет не видывал! Но — к делу!

1) Утро не майское[26].

2) «*... французский флот разбит англичанами и испанцами в бухте Трафальгар!*»
Это не так! Английский флот разбил франко-испанскую эскадру!

3) «*... Адмирал Ла Перуз ...*» Неправильно!
С французской стороны сражением командовал адмирал Вильнёв, и никто его не застрелил, это Нельсона (кстати, Горацио, а не Грегори!) застрелили. А Вильнёва потом французы отдали под суд, но он не хотел, чтобы его судили соотечественники (а может, ему было

[25] С минимальными редакционными правками.

[26] а октябрьское

стыдно за поражение) и выпил яд из перстня (из перстня ли, точно не помню).

4) «*Это первое крупное поражение Франции с тех пор, как власть перешла от революционного Конвента к первому консулу Республики — Наполеону Бонапарту.*»
Тут несколько ошибок:
а) Власть перешла от Конвента к Директории, и только 18–19 брюмера 1799 г. она перешла в руки 3-ёх консулов —Бонапарта, Роже-Дюко и Сийеса, последние 2 из которых вскоре были отстранены от власти I-ым консулом (Наполеоном) и заменены на Камбасереса и Лебрена.
б) Судя по заголовку «Наполеон — 1805 год», всё вышенаписанное про консулат вообще бесполезно, т.к. в 1805 году Наполеон уже был императором, а не консулом. И коронация имела место быть 2 декабря 1804 года.
в) Если уж честно, то это (Трафальгар) — не первое крупное поражение Франции со времён Конвента. Например, Абукирское сражение[27] (опять этот Нельсон!)

5) «*... Уже пять лет армии санкюлотов держат в страхе всю Европу; но одна катастрофа на море может все испортить!..*»
а) В 1805 году, да и на протяжении пяти последних лет никаких санкюлотов уже и в помине не было. Были граждане процветающей благодаря стараниям Первого консула Республики. А санкюлоты остались ушедшим временам Марата, Робеспьера и т. д.
б) А по поводу 5 лет — это большое преуменьшение. Не стоит недооценивать великого человека. Имя Наполеона было на устах у всей Европы уже как минимум лет 9 (с итальянской кампании 1796–1797 гг.) и всей Франции, начиная с Тулона (16, 17, 18 декабря 1795 г.) и ещё больше с Вандемьера 1795 г., когда молодой, как его прозвали, «Генерал Вандемьер» по поручению Барраса разогнал толпу черни, тем самым защитив правительство подгнившей Директории.
в) По-моему, Трафальгар — не такая уж большая катастрофа. В конце концов, если б это было так, Императору пришлось бы воевать на территории своей страны, защищая её от внешних врагов, в то время как его орлы летают по всей Европе, сначала в Австрии (1805 г.), потом в Пруссии (1806) и Польше (1807) и т. д.

6) «*император Фридрих 3-й*».
Не Фридрих и не III, а Франц II, Император Австрийский.

[27] морское сражение возле Александрии, 1798 год.

7) «*Папа Пий 9*».
Не 9-й, а Пий VII

8) «*... вновь объявят Крестовый поход против безбожных французов*».
а) Что за чертовщина! Времена крестовых походов давно канули в Лету!!!
б) А по поводу «безбожных французов», это уж извините. Может, армия и оставалась в большинстве своём не сильно верующей, но во всей Франции уже давно[28] звенели колокола католических церквей. Как известно, конкордат[29] был заключён ещё во времена консульства[30].

9) Про Прованс и Овернь вообще не говорю. Все[31] французы пребывали в состоянии эйфории от своего нового повелителя и никто не восставал, а если бы кто и восстал, то туго бы ему пришлось. Бывало такое, что восставали города и департаменты, но это было в тёмные времена Директории или кровожадного Конвента, как восстания в Марселе и Тулоне в 1793 г.

10)«*... для бесчисленных германских князей — от Вены до Кенигсберга.*»
Да! Такого я ещё не слышала, чтоб австрийского императора (не стоит забывать, что австрийские монархи носили титул «Императора Римской империи (Германской нации)») обозвали германским князем.

А Кёнигсберг в те времена находился, если я не ошибаюсь, на территории Российской империи, ⇒ никаких германских князей там быть не могло[32].

11) «*... Старый дьявол Вильям Питт ...*»
Если мне память не изменяет, к тому моменту он уже умер[33].

12) Что за вздор, «*... расколоть Францию на отдельные провинции ...*»? Англии в то время надо было думать о том, как бы свою шкуру спасти (вспомним хотя бы грозный Булонский лагерь, прямую

[28] после революции
[29] Соглашение между папой римским как главой католической церкви и католическим государством, регулирующее положение католической церкви в этом государстве.
[30] 15 июля 1801 г.
[31] Вряд ли все ...
[32] Это единственное (во всей работе Ани Лаврёновой) НЕВЕРНОЕ утверждение.
[33] Вильям Питт (1708–1778) — английский политический деятель (умер задолго до описываемых событий); Вильям Питт Младший (1759–23.01.1806), его сын, премьер Великобритании, в рассматриваемый период (осень 1805 г.) по состоянию здоровья скорее всего не мог предпринимать каких-либо активных действий.

угрозу английскому флоту — Трафальгар, а позже, в 1806 г. — континентальную блокаду).

13) Эдуард (Эдвард) не 6!!! И не немец по происхождению. И уж конечно, объявить себя сюзереном Франции он и не надеялся. И такой ход событий был просто невозможен!!!

14) «*... первый консул должен совершить невозможное*».
В 1805 году Наполеон был уже императором!
А по поводу невозможного: в сравнении с чудесами итальянской кампании, когда армия представляла стадо оборванцев[34], кампания 1805 года предстаёт вполне благополучной, учитывая то, что у Императора было теперь 200 000 хорошо обмундированных, вооружённых солдат, часть из которых прошла подготовку в Булонском лагере[35].

15) «*Суворов умер, и достойного преемника ему нет...*».
Тоже неправда! Был талантливейший полководец Барклай-де-Толли, был Кутузов, молодой Багратион. И потом, авторы текста вздыхают о Суворове так, будто если б он был жив, Наполеон бы его не победил!

16) Ах, да! Совсем забыла! По поводу «блицкрига». Это слово немцы полюбили во времена Гитлера, которого тогда ещё не было. В те времена и австрийская, и прусская армии были основаны на палочной дисциплине (в особенности прусская), а «немецкой армии», как говорится в тексте, ещё не было.

17) Ну а следующее высказывание вообще чудовищно:
«*Разгромив австрийские войска принца Карла у Ваграма на Дунае и сокрушив русскую армию Барклая при Аустерлице, маршал Бонапарт вступил в Вену без сопротивления.*»
а) Карл был не принц, а эрцгерцог.
б) Ваграмская битва была никак не 1805 году, а в 1809.
в) Русско-австрийской армией командовал Кутузов, но всё его командование сводилось к храпу на военном совете и выполнению прихотей молодого Александра I, желающего «выпендриться» перед своими австрийскими союзниками.
г) И, как уже было сказано, Наполеон не Маршал, а Император, и таковым и останется во веки веков! VIVAT IMPERATOR IN AETERNUM!!!

18) «*Одновременно генерал Массена занял Рим, арестовал папу и доставил его в Вену...*»

[34] И одолела Австрийскую империю (1796 год).
[35] Военно-учебный лагерь, организован Наполеоном в 1801–1805 г. с целью подготовки вторжения в Англию через Ла-Манш. К августу 1805 г. в лагере находилось около 130 000 человек, 2300 десантных кораблей и плавсредств.

а) Чушь! Массена 19 мая 1804 г. был произведён в маршалы.
б) В 1805 году папу ещё не арестовывали. Это будет позже[36]. И привезён он был не в Вену, а в Париж, и не 1805 году — не после Аустерлицкого сражения 2 декабря, а к коронации 2 декабря 1804 года.

19) «*... Накануне Рождества престарелый император Фридрих отрёкся от престола, завещав его новому владыке франков, саксов и аллеманов — сорокалетнему герою Наполеону Бонапарту.*»
а) Фридрих — император[37] Прусский, а не Австрийский. А в 1805 году удар по Пруссии был ещё не нанесён. В 1805 году Фридрих и императрица Луиза[37] (по выражению самого Наполеона, «единственный мужчина в Пруссии») наивно полагали, что их прусская армия настолько сильна, что и в одиночку сможет победить «корсиканского выскочку». Прусские офицеры в порыве ненависти к императору ходили к французскому посольству точить шпоры о ступеньки. Так что никто от престола не отрекался. Ни Фридрих Гогенцоллерн, ни Франц II Габсбург.
б) Наполеон не был «владыкой франков, саксов и аллеманов», его официальный титул звучал по-другому. Он был Императором французов.
в) В 1805 году Наполеону было не 40 лет. Зная, что Наполеон родился 15 августа 1769 года, путём несложных вычислений получим, что в 1805 году ему было 36 лет (35–36).

20) «*... Папа Пий 9 послушно увенчал...*»
Папа никого не увенчал. Наполеон, как известно, короновал себя сам, вырвав в последний момент корону из рук Папы. Это значило: он Император не божьей милостью, а своим талантом, упорством, трудолюбием.

21) «*... в том самом соборе св. Стефана...*»
Коронация происходила в Париже, в соборе Нотр-Дам.

22) «*... тут же помирился...*»
Ну да, тут же! Тут же, только после I Польской кампании, после страшной, кровавой битвы при Прейсиш-Эйлау, после Фридланда[38], где армия Бенигсена была раздавлена и опрокинута. Ну, да! Тогда, когда Наполеон дошёл до границ Российской империи, и, так сказать, угрожал её суверенитету, тогда-то Наполеон и решил помириться с бедолагой Александром. Этот момент в истории получил название встречи на Немане, когда правители Запада и Востока встретились на плоту на пограничной реке.

[36] В ночь с 5 на 6 июля 1809 года.
[37] На самом деле не император и императрица, а король и королева
[38] 14 июня 1807 г.

23) «*... встретившись в Эрфурте ...*»
На Немане![39] В 1807 году, а не 1805!

24) «*... договорились о разделе Турецкого наследства ... , ... Константин ... был назначен преемником султана Мехмеда 4 в Константинополе; брат Наполеона — Люсьен — стал кесарем Великой Румынии на Дунае. Хитроумный маршал Массена был назначен королём Швеции и женился на сестре российского императора. Лучший из российских дипломатов — граф Михаил Сперанский — стал послом России в Париже и советником Наполеона в делах просвещения и науки.*»
а) Договорились об установлении континентальной блокады против Англии и о союзе Французской и Российской империй.
б) Константин никогда не был преемником султана, а тем более Мехмеда 4[40].
в) Люсьен от Наполеона не получил ничего, кроме высылки из страны за республиканские убеждения и критику политики брата. Люсьен в Румынии никогда не жил. Он жил сначала в Риме, занимаясь археологией и литературой, а позже перебрался в Америку (США).
г) Великой Румынии в те времена не было, а была Австрийская империя.
д) Хитроумный бывший контрабандист, маршал Массена преспокойно жил в Париже (иногда), остальное время воевал (Испания 1808 г. и др.), но королём Швеции он не был никогда, тем более не был женат на сестре российского императора. А вот маршал Бернадот (чтоб ему пусто было!) предал Наполеона и стал королём Швеции, но и он не был женат на русской принцессе. Его женой была Дезире Бернадот, урождённая Клари.
е) Сперанский хоть и понравился Наполеону во время встречи на Немане[41], но предателем он не был, как, собственно, и послом России во Франции. Послом был Куракин (и Толстой?).

25) «*... Солнечного короля — Луи 15 ...*»
Луи 15 — не солнечный король, а неразумный монарх («После нас — хоть потоп!»). А вот Луи 14 — пожалуй, да.

26) «*... нужно одолеть их в долгом экономическом соревновании, а его не выиграть без участия лучших учёных мужей Европы!*»
Не выиграть и с лучшими учёными мужами! Политика континентальной блокады была в корне ущербна и нанесла вред французской экономике не меньший, чем английской; но у Британии было много богатых колоний, а свою значительную колонию Луизиану в Америке Наполеон продал США ещё в период консульства.

Кроме того, даже в государствах, управляемых родственниками Императора, в блокаде существовали бреши. Так, голландская армия Луи, брата Наполеона, была одета в английское сукно.

27) Франции и своих умов хватало!

28) «*Наполеон 1 вошёл в историю как Просвещённый Император; эта память жива поныне, когда мало кто помнит боевые победы удалого корсиканца.*»
Нет, скорее наоборот[42]. Победы до сих пор помнят, и будут помнить ещё очень долго, пока не переведётся род Homo Sapiens. Такое не забывается!

В наше время существуют люди, хранящие память о тех временах. Имя им — военно-исторические реконструкторы. Каждый год, при желании, можно лицезреть инсценировки Бородинского сражения, Эйлау, Аустерлица, Вязьмы, Малоярославца, переправы через Неман и множества манёвров. («Стойкий оловянный солдатик», «Майские манёвры» и т. п.)[43]

Вот и всё — о *личном* состязании московских и петербургских любимцев суровой дамы Истории. Командного первенства на турнире Ломоносова не бывает — так же, как на спортивных Олимпиадах. Но журналисты, конечно, интересуются: какие *школы* выглядят сильнее всех прочих, чем обусловлена их сила? Об этом говорят сухие цифры: 47 московских школ отмечены хотя бы одной похвальной грамотой за успехи своих питомцев на конкурсе по истории; 20 школ отмечены хотя бы дважды, 11 — трижды или больше. Только одна из московских школ — славная 57-ая, где есть и математические, и гуманитарные классы — устояла в равном соперничестве с Классической и Академической гимназиями Петербурга. А если учесть, что *половина*

[39] В Тильзите. Встреча в Эрфурте также была, но позднее, в сентябре–октябре 1808 г.

[40] Султан Мехмед 4 жил в 17 веке.

[41] Это произошло во время встречи в Эрфурте, Сперанский не был на встрече на Немане (в Тильзите).

[42] Из всех перечисленных в тексте учёных только Вольта и Фурье были знакомыми и фаворитами Наполеона. Эрстед, Лобачевский и Шампольон начали свою деятельность после ухода Наполеона. Инженера Фултона Наполеон не оценил, а Гаусса вообще не заметил: ведь это обычный немецкий математик из Ганновера — то есть подданный английского короля (Герцогство Ганновер принадлежало английскому королю Георгу 1), который никогда не станет патриотом Франции!

[43] Как нам стало известно, Аня Лаврёнова — участница таких военных инсценировок.

премий и *треть* похвальных отзывов по Истории в 57 школе достались математикам — тогда польза *коллективного* и *много*научного развития школяров станет ясна даже самым простодушным руководителям. Ломоносову это было очевидно — но 300 лет спустя кое у кого вызывает сомнения. Если сомневаешься в результате, то попробуй *сделать* дело — и тогда сам поймёшь, стоит ли оно труда!

В заключение вспомним ещё одну «мелочь»: врата учёности впервые открылись перед Ломоносовым не в Москве и не в Петербурге, а в скромных Холмогорах. Какие центры российской глубинки могут и хотят играть сходную роль в наши дни? Кроме двух столиц, турнир Ломоносова уже третий год проводится в Оренбурге — также для всех желающих школьников[44]. В 2001 году на их долю пришлись 3 похвальных отзыва по истории; в 2002 году — уже 11 отзывов и 2 премии. Ясна ли вам тенденция, уважаемые читатели?

Жюри конкурса по истории не пользовалось формальными критериями определения победителей, решения о награждении грамотой «За успешное выступление на конкурсе по истории» и о присуждении балла многоборья принимались персонально по каждой работе.

[44]Несколько последних лет турнир проводится также и в Харькове, а последнее время — и в ряде других городов. Организаторы в этих городах самостоятельно проверяют работы и подводят итоги. Поэтому у нас нет возможности провести сравнение, которое может сделать только человек, прочитавший все сравниваемые работы.

Конкурс по астрономии и наукам о Земле

Вопросы и комментарии подготовил д. ф.-м. н. Андрей Михайлович Романов — главный специалист Отделения физических наук Российской академии наук (romanov@gpad.ac.ru).

Вопросы

Отвечайте на **любые** из предложенных вопросов, которые Вам интересны. Достаточно дать правильные ответы на 4 вопроса. Больше — можно. При подведении итогов будут учтены количество правильных ответов, их полнота и Ваш класс (возраст).

1. На флагах каких стран можно увидеть созвездия? Какие страны (а их очень много!) имеют на своих флагах иную астрономическую символику? А на чьём флаге изображена двоичная система исчисления?

2. Предложите наиболее **простой** способ измерения высоты (с ошибкой не более 10%) Главного здания МГУ на Воробьёвых горах (или, если вы никогда не видели Главное здание МГУ, любого другого высотного здания). Предложите наибольшее число способов измерения высоты здания, основанных на **разных** физических принципах. Попробуйте сопоставить точность разных методов.

3. Если Земля круглая, то почему же мы этого в повседневной жизни, как правило, не замечаем? Как проще всего «увидеть» закругление земного шара? Можно ли заглянуть за горизонт? Далеко ли горизонт на других планетах?

4. Около Новой Зеландии есть острова Антиподов. Чем они так знамениты, что острова назвали в их честь, и где ещё эти самые антиподы встречаются?

5. Говорят: «ах, космические скорости!» А с какими небесными телами Вы сами могли бы посоревноваться в скорости или даже их обогнать?

6. Какими «астрономическими» единицами и системами счёта мы постоянно пользуемся в повседневной жизни? Какая денежная система, основанная на астрономических принципах, просуществовала до 2002 года?

7. М. В. Ломоносов, «Утреннее размышление о Божием величии» (1743 год):

« … Когда бы смертным столь высоко
Возможно было возлететь,
Чтоб к солнцу наше бренно око
Могло, приближившись, воззреть,
Тогда б со всех открылся стран
Горящий вечно Океан.
Там огненны валы стремятся
И не находят берегов;
Там вихри пламенны крутятся,
Борющись множество веков;
Там камни, как вода, кипят,
Горящи там дожди шумят … »

А почему Солнце бурлит? Согласны ли Вы с Ломоносовым?

8. Собирающее свойство линзы было известно ещё древним; шлифовка очковых линз известна в Европе не позднее 1280 года; и даже покровитель учёных св. Иероним (348–420) обычно изображается читающим в очках. Почему же для изобретения телескопа потребовалось ещё более 300 лет? Почему Галилей верил и настаивал, что его астрономические открытия — реальность, в то время как все прочие думали, что это просто оптический обман («втирание очков»)? Почему, увидев 7 января 1610 г. «свиту» Юпитера, он опубликовал своё открытие сразу же и самым широким образом, а вот результаты наблюдений Сатурна скрыл за анаграммой, которую много лет не расшифровывал? Тем не менее, так и не разгадав этой небесной загадки, он сделал о Сатурне удачное предсказание. Какое же?

9. «Есть ли жизнь на Марсе, нет ли жизни на Марсе, — наука не в курсе дела». Когда и кем это сказано? Что изменилось по существу к настоящему времени? Из песни: «Утверждают космонавты и мечтатели, что на Марсе будут яблони цвести». Как Вы полагаете, будут?

10. Вы получили «загадочную» шифровку в виде анаграммы: /SMVEMAJSUNPKO/. Сможете её прочитать?

Ответ на вопрос № 1

К сожалению, многие участники Турнира всё-таки путали созвездия и «звёздочки»: первое — это изображения (более или менее правдоподобные) реально наблюдаемых конфигураций звёзд на небе, а второе — условные наборы разного числа геометрических символов, прямого отношения к небу не имеющих.

Созвездия изображены на флагах всего нескольких стран мира. Наиболее «богатая» россыпь представлена на флаге Бразилии, где изображено целое небесное полушарие. Созвездие Южный Крест включено в государственные флаги южных английских доминионов: Австралии и Новой Зеландии. По соседству ещё три государства имеют его на своём флаге: Папуа Новая Гвинея, Самоа и Микронезия. Наконец, интересно упомянуть и такое известное и красивое созвездие, как Большая Медведица; оно тоже поместилось на флаге, правда не совсем государства, а всего лишь одного из штатов США — Аляска.

Самых разнообразных «звёздочек» на флагах действительно очень много. Например, 1 звезду имеют следующие страны: Вьетнам, Израиль, Иордания, КНДР, Гана, Буркина-Фасо, Гвинея-Бисау, Джибути, Зимбабве, Камерун, Либерия, Марокко, Мозамбик, Сенегал, Сомали, Того, ЦАР, Эфиопия, Куба, Суринам, Чили, Маршалловы острова, Науру. Несколько звёзд поместились на флагах государств: Босния и Герцоговина, Словения, Ирак, Китай, Мьянма, Сирия, Таджикистан, Бурунди, Кабо-Верде, ДР Конго, Сан-Томе и Принсипи, Гондурас, Гренада, Доминика, Панама, Сент Китс Невис, США, Венесуэла, Соломоновы острова, Тувалу.

«Иная астрономическая символика» — это, конечно, прежде всего Солнце, которое можно увидеть на следующих флагах: Македония, Бангладеш, Индия, Казахстан, Киргизия, Лаос, Япония, Намибия, Нигер, Аргентина, Уругвай, Палау; а Солнце в компании со звёздами — на флаге Филиппин. На флагах некоторых стран изображён восход солнца: Малави, Антигуа и Барбуда, Карибати.

В странах мусульманского мира на государственных флагах традиционно присутствует полумесяц, как символ ислама. Причём наблюдаются и определенные особенности в его положении, например, он может быть изображён стоймя (Мальдивы), или наклонно (Пакистан), наконец, лёжа (Мавритания, Непал; но это уже скорее ложе Будды, чем символ ислама). Месяц на флагах присутствует и в компании со звёздами: например, с одной (Турция, Азербайджан, Алжир, Тунис, Малайзия), или с несколькими, причём стоймя (Сингапур, Узбекистан).

Наверное жаль, что ни одно государство мира не поместило на свой флаг никаких изображений редких астрономических объектов, например, комет. Но зато эрудиты среди турломовцев не забыли упомянуть даже свастику — древнейший (более 5000 лет) символ Солнца и смены времён года, — символ, присутствовавший во всех индоевропейских культурах.

По поводу двоичной системы возникло, видимо, определённое замешательство. Всего 2 участника правильно ответили на эту часть вопроса, а именно, что она изображена на флаге Кореи. Действительно, в центре корейского флага помещён круг, разделённый на две взаимодополняющие и взаимопроникающие половины «инь» и «ян». Они символизируют вечную борьбу и неразрывное единство двух противоположных начал (сущностей), которые можно выделить в любых явлениях природы. Эти представления лежат в основе философии и религии даосизма, распространённой во всех странах Дальнего Востока, прежде всего в Китае. Кроме центрального символа, по краям корейского флага изображены характерные чёрточки, целые или разделённые пополам по системе (00, 01, 10, 11), что может служить прямым изображением именно двоичной системы счёта. Более полная система из 64 таких комбинаций из 6 чёрточек содержится в древнекитайской «Книге перемен».

Многие участники указывали на характерных вид флагов США, Греции и Уругвая, фон которых состоит из чередующихся белых и цветных полос (как на матрасе). В некотором приближении их тоже можно принять за изображение меандра или системы вида 01010101 ...

Типичные ошибки.
— На флаге СССР можно увидеть созвездие.
— Флаги почти всех стран Британского королевского союза.
— Клетчатый флаг на финише: чёрный — 0, белый — 1.
— Израиль — полумесяц.
— На флаге США можно обнаружить много созвездий.

Нетривиальные версии.
— Двоичная система мусульманских стран — звезда и лунный серп.
— На флаге России — орёл с двумя головами.
— Двоичная система исчисления изображена на флаге Всемирной ассоциации программистов (?)
— На флаге Бразилии изображено звёздное небо в день принятия независимости.
— На флаге футбольной команды «Сатурн-РенТВ» изображён Сатурн.

— На флагах присутствуют животные, а многие животные присутствуют в виде созвездий.
— На флаге Японии изображена звезда по имени Солнце.
— «Лучше, конечно, пять звёздочек».

Ответ на вопрос № 2

Сама по себе задача об измерении высоты большого здания известна давно и существует в разных вариантах. Соответственно, и большинство обсуждаемых ниже способов также «не новы». Однако, именно Главное здание МГУ им. М. В. Ломоносова на Ленинских (Воробьёвых) горах существенно отличается от многих и многих иных высотных зданий. Соответственно, те, кто в данной задаче рассматривал «абстрактный небоскрёб» (типа WTC), неизбежно впадали в ошибки, скорее всего, превосходящие по своей величине требуемые в условии задачи 10% точности.

Все рассматриваемые способы условно можно разделить на геометрические и физические методы.

Наиболее часто в качестве самого простого геометрического способа предлагался такой: измерить высоту одного этажа, пересчитать все этажи и перемножить одно на другое. (Некоторые дотошные участники предлагали даже пересчитать все кирпичи). Но, во-первых, где гарантия, что высота разных этажей одинакова? (Для МГУ она точно разная). А во-вторых, ГЗ МГУ — не прямоугольный небоскреб, а пирамида сложной архитектурной формы, значительная часть которой вовсе не имеет этажей. Кроме верхнего шпиля, в ней имеются еще много других «внеэтажных» вставок. Только при условии высокой аккуратности в визуальных измерениях можно, наверное, определить данным способом высоту «равномерно-этажной» части здания, а затем сопоставить её с полной высотой и при этом не выйти за пределы заданной точности.

Не самый простой, но еще более распространённый способ — метод подобных треугольников, с помощью которого ещё Фалес, по преданию, измерил высоту египетских пирамид. Само подобие треугольников обеспечивается либо единой линией визирования на вершину шпиля и предмет известной высоты, либо по лини тени от Солнца. Как известно, для определения искомой высоты в большом треугольнике достаточно измерить основания в малом и большом треугольниках, а затем взять пропорцию относительно известной высоты малого треугольника. Метод, конечно, классический, можно надеяться, что не подведёт, но ... Но опять-таки, в отличие от прямоугольного небоскрёба или любого иного отвесного обрыва в случае с пирамидой не ясно, как же измерить длину основания большого треугольника? Ведь её центральная точка (место на горизонтальной плоскости, куда проецируется её вершина) остаётся недоступной для нас. Если мы просто измерим расстояние до ближайшей стены ГЗ МГУ, то допустим большую ошибку, ведь вершина здания находится не только выше, но и дальше! (Некоторым облегчением данного противоречия может служить метод параллельного переноса измеряемого расстояния от ближайшей стенки до центра здания вбок от линии визирования, например, на параллельную улицу).

В случаях, когда нельзя измерить расстояния до основания объекта непосредственно, применяют метод треугольников на разном удалении. Не трудно заметить, что угол возвышения любого объекта уменьшается по мере нашего удаления от него. Таким образом, если измерить сначала угол возвышения шпиля ГЗ МГУ вблизи здания (но не подходя к нему вплотную), а затем — на большем удалении, и не забыть измерить то расстояние, на которое нам пришлось при этом «отодвинуться», то из системы двух треугольников с одной и той же высотой, но разными длинами, нетрудно получить формулу для искомой общей высоты. Данный метод вполне точен, хотя простым его, пожалуй, не назовёшь.

Близким по смыслу к рассмотренному является и метод горизонтальных параллаксов, тем более, что в астрономии метод параллаксов является основным методом измерения расстояний. Перемещаясь перпендикулярно направлению на интересующий нас объект, можно измерить, как меняется величина угла направления на него в зависимости от пройденного расстояния. Из треугольника, образованного двумя крайними положениями наблюдателя и верхней точкой здания, можно определить расстояние до неё по наклонной плоскости. А затем, измерив угол возвышения, наклонное расстояние уже можно перевести в высоту всего здания.

Очень близок к методу параллаксов и «чисто астрономический» метод определения высоты здания по суточному движению светил. Состоит он вкратце в следующем: если от высокого здания отойти на достаточное расстояние к северу, то светила в южной стороне неба, очевидно, будут двигаться на фоне здания с востока на запад почти горизонтально. Суточное движение светил, видимое нами, отражает, как известно, собственное вращение Земли вокруг своей оси со скоростью 1 оборот за 24 часа. Можно найти (подобрать) такую

точку на горизонтальной поверхности, что какое-нибудь светило (яркая звезда или планета) окажутся точно на линии, соединяющей наблюдателя и верхний конец шпиля здания. Тогда, двигаясь по поверхности земли на восток, можно так подобрать скорость своего «вышагивания», что выбранная нами звезда будет постоянно визуально совмещена со шпилем. Наше перемещение на восток в данном случае будет вполне аналогично нашему «суточному вращению» вокруг верхнего конца шпиля здания. Соответственно, измерив скорость такого перемещения, нетрудно определить радиус нашей «суточной орбиты», т. е. расстояние до верхушки шпиля (а по нему и по углу возвышения шпиля над горизонтом — и искомую высоту здания). Данный метод «по звёздам» более точен для светил, выбранных около небесного экватора, т. к. звёзды на высоких склонениях движутся тем медленнее, чем они ближе к полюсу мира. Кроме этого, при вычислениях по Солнцу нужно брать продолжительность солнечных суток (24 часа), по звёздам — звёздных суток (23 ч 56 мин), а при использовании Луны нужно учитывать её собственное движение.

Наверное последним чисто геометрическим способом измерения высоты здания (или иного возвышенного места), который мы здесь упомянем, является измерение величины понижения видимого горизонта при поднятии наблюдателя на большую высоту. Очевидно, однако, что измеряемый эффект ввиду огромных размеров земного шара очень мал, и данный метод никак нельзя назвать простым. Не думаю, чтобы кто-нибудь из учащихся смог бы реализовать такие измерения с требуемой по условиям задачи точностью.

Из физических методов наиболее общеизвестным является способ, использующий свободное падение предметов и позволяющий вычислить высоту падения по времени полета. Однако, помимо учёта сопротивления воздуха (на таких высотах и скоростях падения оно будет уже оказывать существенное влияние на измерения), о котором упоминали немногие, самым главным препятствием для «бросания камушков с крыши» будет опять-таки факт «неудобной» формы здания и недоступности самой верхней точки шпиля для нашего с Вами её непосредственного посещения. Ведь если кто-то хочет измерить высоту падения по времени падения, то «ронять» камушек во избежание ошибок нужно с нулевой начальной скоростью. Со шпиля МГУ в таком случае до земли ни один «камушек» не долетит, а потеряется по пути где-то на промежуточных крышах. Некоторые участники Турнира предлагали со шпиля построить такой балкончик, чтобы он выступал за периметр всего здания, — ну это уж совсем маниловщина!

Отчасти преодолеть данное противоречие (недоступность центральной точки) можно, переведя процесс падения в процесс подбрасывания. Дело в том, что как раз недалеко от ГЗ МГУ в некоторые дни действительно случается «подбрасывание» предметов на высоту, даже несколько превышающую общую высоту всего здания. Во время государственных праздников минометы специального типа (именуемые также «салютницы») выстреливают вверх заряды фейерверка. Если установить (по техническим параметрам миномёта) скорость выстреливания заряда, то можно рассчитать высоту верхней точки его полета, а затем сравнивая залпы салюта со зданием ГЗ, прикинуть и его высоту. К сожалению, от этого метода трудно ожидать высокую точность результата.

Некоторые участники для измерения высоты здания предлагали использовать равномерное вертикальное движение. Многие упоминали лифт. В принципе такой подход также возможен, если известна скорость движения кабины лифта. Однако, во-первых, нужно помнить, что ни один лифт от земли до верхушки шпиля всё равно не ходит. Соответственно, это возвращает нас к методу измерения высоты здания «по частям». Во-вторых, движение скоростных лифтов на самом деле всегда очень неравномерное: они должны плавно разгоняться вначале и тормозиться в конце движения, а учесть эти эффекты аккуратно достаточно сложно.

Ряд школьников предлагал для реализации равномерного вертикального движения запустить рядом со зданием воздушный шарик и засечь время его подъёма до уровня шпиля. Может быть, может быть ... (Желудкова Дарья: можно рассчитать среднюю скорость подъёма воздушного шара, например, с гелием). Нужно только независимо и достаточно точно измерить скорость подъёма такого шарика и быть уверенным, что во время полёта его не сдует в сторону какой-нибудь шальной порыв ветра (а около высоких зданий всегда ветрено).

Ещё можно высоту подъёма определить по барометрической формуле — так, как определяют высоту своего полёта на всех самолётах. Поскольку давление воздуха с высотой уменьшается по известному закону, то имея в руках барометр (на самолетах — альтиметр) и попав каким-либо образом (хотя и не понятно, каким) на верхушку шпиля, можно вычислить, на какую высоту относительно земли мы при этом поднялись. Возможно, что такое измерение удовлетворит и уровню требуемой точности.

Ещё более тонкий физический эффект, проявляющийся с высотой, состоит в том, что по мере подъёма мы удаляемся от центра Земли, а соответственно, при этом некоторым образом уменьшается и сила тяжести. Измерить уменьшение ускорения свободного падения с высотой теоретически можно с помощью эффекта замедления колебаний маятника, однако, достичь требуемой точности подручными средствами едва ли возможно.

Наиболее «продвинутые» школьники предлагали не мучаться вычислениями, а воспользоваться космическими навигационными системами («взять GPS»).

Наконец, напомним, что в условии задачи помимо всяких разнообразных способов измерения высоты требовалось указать и наиболее простой. По мнению автора, проще всего определить высоту ГЗ МГУ можно, если заметить, что все здание представляет собой по форме пирамиду с углом у основания 45 градусов. Убедиться в этом можно с помощью карандаша на вытянутой руке, гладя, например, со смотровой площадки. Соответственно, высота от основания до верхушки шпиля со звездой равна точно половине длины главного фасада здания, которое нетрудно измерить шагами, что автор и сделал.

Типичные ошибки.
— Можно рассматривать ближайший к МГУ фонарный столб.
— Сравнить МГУ с Останкинской башней.
— Можно скинуть большую катушку ниток.
— Сфотографировать так, чтобы всё влезло.
— Рассчитать площадь здания и количество стройматериалов.
— Проползти с линейкой от начала до конца здания.
— Мерить, когда здание строится.
— Прищурив взгляд, пальцем замерить высоту здания.
— Возьмем монетку, чтобы её размер совпадал со зданием.
— Посчитать количество кирпичей по вертикали.
— Высотку можно измерить из космоса по отбрасываемым теням.

Критерии проверки и награждения

Ответ на каждый вопрос оценивался в баллах; баллы, полученные участником за все ответы на вопросы конкурса по астрономии, суммировались. Оценка за каждый ответ, в свою очередь, складывалась из баллов, полученных за существенные и указанных в ответе факты, объекты, обстоятельства и т. п. Их перечень (разумеется, неполный) и примерная «стоимость» в баллах приведены в таблице.

Вопрос 1.	
Созвездия — за каждое правильное название	1
Астросимволы — за каждое правильное указание, что изображено	0,5
Двоичная система (Корея)	3
Вопрос 2.	
Метод подобных треугольников	1
Указана недоступность центральной точки	2
Метод треугольников на разном удалении	2
Время свободного падения при недоступности верхней точки	2
Барометрическая формула	2
Замедление маятника	2
По суточному движению светила	2
Пирамида 45 градусов	2
Итого	15
Вопрос 3.	
Указаны правильные размеры Земли	1
Понижение горизонта на высоких точках	2
Опускание под горизонт кораблей, гор	2
Изменение высоты светил в зависимости от широты	1
Круглая тень при лунном затмении	1
Рефракция, миражи	2
Радиосвязь	1
Поясное время, самолёты, телепередачи, телефон	2
Вид из космоса	1
Обратное изображение горизонта	2
Отсутствие горизонта на планетах без твёрдой поверхности	2
Отсутствие горизонта на Венере (суперрефракция)	2
Итого	16
Вопрос 4.	
Положение относительно Гринвича	1
Понятие об антиподах в космографии	2
Наличие антиподов для иных материков	3
Итого	6
Вопрос 5.	
Понятие об относительности движения	1
Правильные примеры скоростей небесных тел	2
Правильные примеры нашей скорости в разных сист. отсчёта	2
Движение Солнца относительно барицентра	2
Опережение суточного вращения, орбитальное движение	2
Итого	9

Вопрос 6.	
Временная шкала (час, минута, секунда)	2
Календарь (месяц, год)	1
Метр, правильное определение	2
Градусная мера углов	1
Фунты, шиллинги, пенсы	2
Итого	8
Вопрос 7.	
Понятие о переносе энергии	1
Понятие о конвекции	2
Движения плазмы на поверхности Солнца	2
«горящий», «камни, как вода», «дожди»	1
Итого	6
Вопрос 8.	
Двухлинзовая система	1
Научный анализ, конструирование	2
Верификация изображений	2
Кольца Сатурна	1
Итого	6
Вопрос 9.	
Лектор «Карнавальная ночь»	1
Проблема «марсиан» (Скиапарелли, Уэллс)	2
Физические условия на поверхности Марса	2
Эксперимент «Викингов»	2
Новые формы жизни	2
Итого	9
Вопрос 10.	
Прямо сказано, что речь идёт о структуре Солнечной системы	1
Правильно названы по именам 9 больших планет	1
Пояс астероидов	1
Пояс Койпера или зона короткопериодических комет	1
Облако Оорта	1
Итого	5

Критерии награждения (по сумме баллов за все задания конкурса).

Класс	балл многоборья (e)	грамота за успешное выступление (v)
$\leqslant 7$	2	3
8	3	4
9	4	5
10	4	6
11	4,5	6

Условия задач осеннего тура 24 Международного математического турнира городов 2002 г.

Тренировочный вариант 20 октября 2002 г., 8–9 кл.

(*Итог подводится по трём задачам, по которым достигнуты наилучшие результаты, баллы за пункты одной задачи суммируются.*)

Задача 1. (4 балла)
В выпуклом 2002-угольнике провели несколько диагоналей, не пересекающихся внутри 2002-угольника. В результате 2002-угольник разделился на 2000 треугольников. Могло ли случиться, что ровно у половины этих треугольников все стороны являются диагоналями этого 2002-угольника?
Р. Г. Женодаров

Задача 2. (5 баллов)
Саша и Маша загадали по натуральному числу и сказали их Васе. Вася написал на одном листе бумаги сумму загаданных чисел, а на другом — их произведение, после чего один из листов спрятал, а другой (на нём оказалось написано число 2002) показал Саше и Маше. Увидев это число, Саша сказал, что не знает, какое число загадала Маша. Услышав это, Маша сказала, что не знает, какое число загадал Саша. Какое число загадала Маша?
Д. П. Кириенко

Задача 3. ($1 + 2 + 2$ балла)
а) (1 балл). В классе была дана контрольная. Известно, что по крайней мере две трети задач этой контрольной оказались трудными: каждую такую задачу не решили по крайней мере две трети школьников. Известно также, что по крайней мере две трети школьников класса написали контрольную хорошо: каждый такой школьник решил по крайней мере две трети задач контрольной. Могло ли такое быть?
б) (2 балла). Изменится ли ответ в этой задаче, если заменить везде в её условии две трети на три четверти?
в) (2 балла). Изменится ли ответ в этой задаче, если заменить везде в её условии две трети на семь десятых?
А. Шень

Задача 4. (5 баллов)
На столе лежат 2002 карточки с числами 1, 2, 3, ..., 2002. Двое играющих берут по одной карточке по очереди. После того, как будут взяты

все карточки, выигравшим считается тот, у кого больше последняя цифра суммы чисел на взятых карточках. Выясните, кто из играющих может всегда выигрывать независимо от игры противника, и объясните, как он должен при этом играть.
М. А. Шаповалов

Задача 5. (5 баллов)
Дан некоторый угол и точка A внутри угла. Можно ли провести через точку A три прямые так, чтобы на каждой из сторон угла одна из точек пересечения этих прямых со стороной лежала посредине между двумя другими точками пересечения прямых с этой же стороной?
А. В. Шаповалов

Основной вариант 27 октября 2002 г., 8–9 кл.

(*Итог подводится по трём задачам, по которым достигнуты наилучшие результаты, баллы за пункты одной задачи суммируются.*)

Задача 1. (4 балла)
В банке работают 2002 сотрудника. Все сотрудники пришли на юбилей, и их рассадили за один круглый стол. Известно, что зарплаты сидящих рядом различаются на 2 или 3 доллара. Какой наибольшей может быть разница двух зарплат сотрудников этого банка, если известно, что все зарплаты сотрудников различны?
Р. Г. Женодаров

Задача 2. (5 баллов)
Все виды растений России были занумерованы подряд числами от 2 до 20000 (числа идут без пропусков и повторений). Для каждой пары видов растений запомнили наибольший общий делитель их номеров, а сами номера были забыты (в результате сбоя компьютера). Можно ли для каждого вида растений восстановить его номер?
А. В. Шаповалов

Задача 3. (6 баллов)
Вершины 50-угольника делят окружность на 50 дуг, длины которых — 1, 2, 3, ..., 50 в некотором порядке. Известно, что каждая пара «противоположных» дуг (соответствующих противоположным сторонам 50-угольника) отличается по длине на 25. Докажите, что у 50-угольника найдутся две параллельные стороны.
В. В. Произволов

Задача 4. (6 баллов)
Внутри треугольника ABC взята точка P так, что угол ABP равен углу ACP, а угол CBP равен углу CAP. Докажите, что P — точка пересечения высот треугольника ABC.
Р. Г. Женодаров

Задача 5. (7 баллов)
Выпуклый N-угольник разбит диагоналями на треугольники (при этом диагонали не пересекаются внутри многоугольника). Треугольники раскрашены в чёрный и белый цвета так, что любые два треугольника с общей стороной раскрашены в разные цвета. Для каждого N найдите максимум разности количества белых и количества черных треугольников.
Р. Г. Женодаров

Задача 6. (9 баллов)
Имеется много карточек, на каждой из которых записано натуральное число от 1 до n. Известно, что сумма чисел на всех карточках равна $k \cdot (n!)$, где k — целое число. Докажите, что карточки можно разложить на k групп так, чтобы в каждой группе сумма чисел, записанных на карточках, равнялась $n!$.
В. В. Доценко

Задача 7. ($5 + 5$ баллов)
а) (5 баллов) Электрическая схема имеет вид решётки 3×3: всего в схеме 16 узлов (вершины квадратиков решётки), которые соединены проводами (стороны квадратиков решетки). Возможно, часть проводов перегорела. За одно измерение можно выбрать любую пару узлов схемы и проверить, проходит ли между ними ток (то есть, проверить, существует ли цепочка неперегоревших проводов, соединяющая эти узлы). В действительности схема такова, что ток проходит от любого узла к любому. За какое наименьшее число измерений всегда можно в этом удостовериться?
б) (5 баллов) Тот же вопрос для схемы, которая имеет вид решётки 5×5 (всего 36 узлов).
А. В. Шаповалов

Тренировочный вариант 20 октября 2002 г., 10–11 кл.
(*Итог подводится по трём задачам, по которым достигнуты наилучшие результаты, очки за пункты одной задачи суммируются*)

Задача 1. (4 балла)
Саша и Маша загадали по натуральному числу и сказали их Васе. Вася написал на одном листе бумаги сумму загаданных чисел, а на другом — их произведение, после чего один из листов спрятал, а другой (на нём оказалось написано число 2002) показал Саше и Маше. Увидев это число, Саша сказал, что не знает, какое число загадала Маша. Услышав это, Маша сказала, что не знает, какое число загадал Саша. Какое число загадала Маша?
Д. П. Кириенко

Задача 2. ($1 + 1 + 2$ балла)
а) (1 балл) В классе была дана контрольная. Известно, что по крайней мере две трети задач этой контрольной оказались трудными: каждую такую задачу не решили по крайней мере две трети школьников. Известно также, что по крайней мере две трети школьников класса написали контрольную хорошо: каждый такой школьник решил по крайней мере две трети задач контрольной. Могло ли такое быть?
б) (1 балл) Изменится ли ответ в этой задаче, если заменить везде в её условии две трети на три четверти?
в) (2 балла) Изменится ли ответ в этой задаче, если заменить везде в её условии две трети на семь десятых?
А. Шень

Задача 3. (5 баллов)
Несколько прямых, никакие две из которых не параллельны, разрезают плоскость на части. Внутри одной из этих частей отметили точку A. Докажите, что точка, лежащая с A по разные стороны от всех данных прямых, существует тогда и только тогда, когда часть, содержащая A, неограничена.
А. А. Заславский

Задача 4. (5 баллов)
Пусть x, y, z — любые числа из интервала $(0; \pi/2)$. Докажите неравенство

$$\frac{x \cdot \cos(x) + y \cdot \cos(y) + z \cdot \cos(z)}{x + y + z} \leqslant \frac{\cos(x) + \cos(y) + \cos(z)}{3}.$$

В. Колосов

Задача 5. (5 баллов)
В бесконечной последовательности натуральных чисел каждое следующее число получается прибавлением к предыдущему одной из его ненулевых цифр. Докажите, что в этой последовательности найдется чётное число.
А. В. Шаповалов

Основной вариант 27 октября 2002 г., 10–11 кл.
(*Итог подводится по трём задачам, по которым достигнуты наилучшие результаты, баллы за пункты одной задачи суммируются*)

Задача 1. (4 балла)
Все виды растений России были занумерованы подряд числами от 2 до 20000 (числа идут без пропусков и повторений). Для каждой пары видов растений запомнили наибольший общий делитель их номеров, а сами номера были забыты (в результате сбоя компьютера). Можно ли для каждого вида растений восстановить его номер?
А. В. Шаповалов

Задача 2. (6 баллов)
Некоторый куб рассекли плоскостью так, что в сечении получился пятиугольник. Докажите, что длина одной из сторон этого пятиугольника отличается от 1 метра по крайней мере на 20 сантиметров.
Г. А. Гальперин

Задача 3. (6 баллов)
Выпуклый N-угольник разбит диагоналями на треугольники (при этом диагонали не пересекаются внутри многоугольника). Треугольники раскрашены в чёрный и белый цвета так, что любые два треугольника с общей стороной раскрашены в разные цвета. Для каждого N найдите максимум разности количества белых и количества чёрных треугольников.
Р. Г. Женодаров

Задача 4. (8 баллов)
Имеется много карточек, на каждой из которых записано натуральное число от 1 до n. Известно, что сумма чисел на всех карточках равна $k \cdot (n!)$, где k — целое число. Докажите, что карточки можно разложить на k групп так, чтобы в каждой группе сумма чисел, записанных на карточках, равнялась $n!$.
В. В. Доценко

Задача 5. ($4 + 4$ балла)
Две окружности пересекаются в точках A и B. Через точку B проведена прямая, вторично пересекающая первую и вторую окружности в точках K и M соответственно. Прямая PQ касается первой окружности в точке Q и параллельна прямой AM, а прямая PR касается второй окружности в точке R и параллельна прямой AK. Точки Q и R лежат по разные стороны от прямой KM. Докажите, что
а) (4 балла) точка A принадлежит прямой QR;
б) (4 балла) точка P принадлежит прямой KM.
В. Ю. Протасов

Задача 6. (8 баллов)
Рассмотрим последовательность, первые два члена которой равны 1 и 2 соответственно, а каждый следующий член — это наименьшее натуральное число, которое ещё не встретилось в последовательности и которое не взаимно просто с предыдущим членом последовательности. Докажите, что каждое натуральное число входит в эту последовательность.
J. C. Lagarias, E. M. Rains, N. J. A. Sloane

Задача 7. ($4 + 5$ баллов)
а) (4 балла) Электрическая схема имеет вид решётки 3×3: всего в схеме 16 узлов (вершины квадратиков решётки), которые соединены проводами (стороны квадратиков решётки). Возможно, часть проводов перегорела. За одно измерение можно выбрать любую пару узлов схемы и проверить, проходит ли между ними ток (то есть, проверить, существует ли цепочка неперегоревших проводов, соединяющая эти узлы). В действительности схема такова, что ток проходит от любого узла к любому. За какое наименьшее число измерений всегда можно в этом удостовериться?
б) (5 баллов) Тот же вопрос для схемы, которая имеет вид решётки 7×7 (всего 64 узла).
А. В. Шаповалов

Условия всех задач Турнира городов прошлых лет (1980–2002) опубликованы в интернете по адресу
`http://www.mccme.ru/olympiads/turgor/tgarhiv.htm`
Информация о Турнире городов в интернете:
`http://www.turgor.ru`
`http://www.mccme.ru/olympiads/turgor/turgor.htm`

Информация о наборе в некоторые московские школы и классы с углублённым изучением предметов на 2003/2004 учебный год.

Информация предоставлена школами в МЦНМО.

Оперативная информация о московских школах и классах с углублённым изучением предметов публикуется на www-сервере МЦНМО по адресу `http://www.mccme.ru/schools`

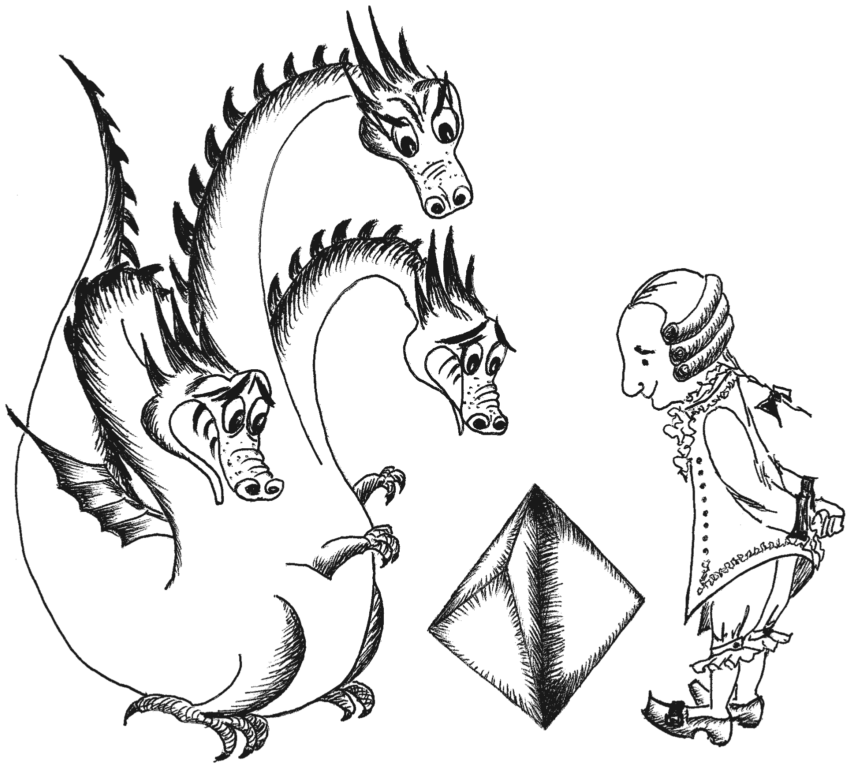
Школа	Телефон	Адрес	Набираемые классы	Собеседования и экзамены в (2002/2003 уч.г.)	Дополнительная информация
2	137–17–69 137–69–31	ул. Фотиевой, 18 (за универмагом «Москва». м. «Октябрьская», далее до остановки «Универмаг Москва»)	7 физико–математ. 8 инф.–математ. добор в 9 и 10 физико–математ.	апрель–май	http://www.school2.ru
25	938–00–25	Университетский пр., 7, м. «Университет»	10 математический	апрель–май	
54	245–99–72 245–54–25	ул. Доватора 5/9, м. «Спортивная»	9 математический	апрель–май	
57	291–85–72 291–54–58	Малый Знаменский пер., 7/10, строение 5 (м. «Боровицкая», «Кропоткинская»)	8 математический 9 математический 9 гуманитарный	апрель	http://www.sch57.msk.ru
91	290–35–58	ул. Поварская, 14 (м. «Арбатская»)	9 математический	собеседования в апреле	http://www.91.ru
109	434–51–06 434–51–07	ул. Бакулева, 20 (м. «Юго–Западная», авт. 144, 227, 281, 642, 720 до ост. «Теплостанский проезд»)	9 физико–матем.	запись на экзамены с 1 марта	
179	292-01-05	ул. Большая Дмитровка, д. 5/6, стр. 7 (м. «Охотный ряд»).	9 физико-математ.	март–апрель	
218	976–03–20 976–40–87	Дмитровское шоссе., 5а (м. «Дмитровская», «Тимирязевская»)	8 инд. уч. планы с углубл. изуч. матем., физ., био. 9 матем. добор 9 гуманит. добор 10 инд. уч. планы добор	собеседования в апреле	
463	312–33–51 112–34–19	Судостроительная ул., 10, к. 1 (м. «Коломенская»)	8 физико-математ.	1-й тур вступ. экз. (матем.) в конце февраля	http://www.abitu.ru/schools/school463.esp
1189	193–60–23	ул. Василевского, 9 (м. «Щукинская», выход к военторгу)	10 физико–матем.	экз. физ. и мат. в конце апреля	
1101	339–77–39	ул. Академика Варги, 34 (около маг. "Лейпциг")	7,8,9,10 математические	апрель	
1134	932–08–01 932–00–00	ул. Раменки 15, корп. 1, м. «Проспект Вернадского»	9 математический	апрель-май	
1543	433–16–44 434–26–44	ул. 26-и Бакинских комиссаров, 3 к. 5, м. «Юго–Западная», 10 мин. пешком до маг. «Польская мода»	8 математический 8 гуманитарный 8 биологический	апрель	
1580	316–59–66 316–50–22	Балаклавский просп., 6а (5–7 минут пешком от м. «Чертановская»)	8, 10, 11 физико–матем.	запись на экз. мат., физ., р.яз.: февраль–март	http://www.1580.ru
СУНЦ МГУ	445–11–08	Кременчугская ул., дом 11, м. «Кутузовская», далее авт. 91, 157 до ост. «Улица Алексея Свиридова», или м. «Университет», далее авт. 103	10 физико–матем. 10 химический 11 физико–матем. 11 информатика.	вступ. экзамены с 20 марта по 20 мая	http://www.pms.ru/main.html

Оглавление

ISBN 5-94057-066-6

XXV Турнир

имени М. В. Ломоносова



29 сентября 2002 года

Задания. Решения. Комментарии