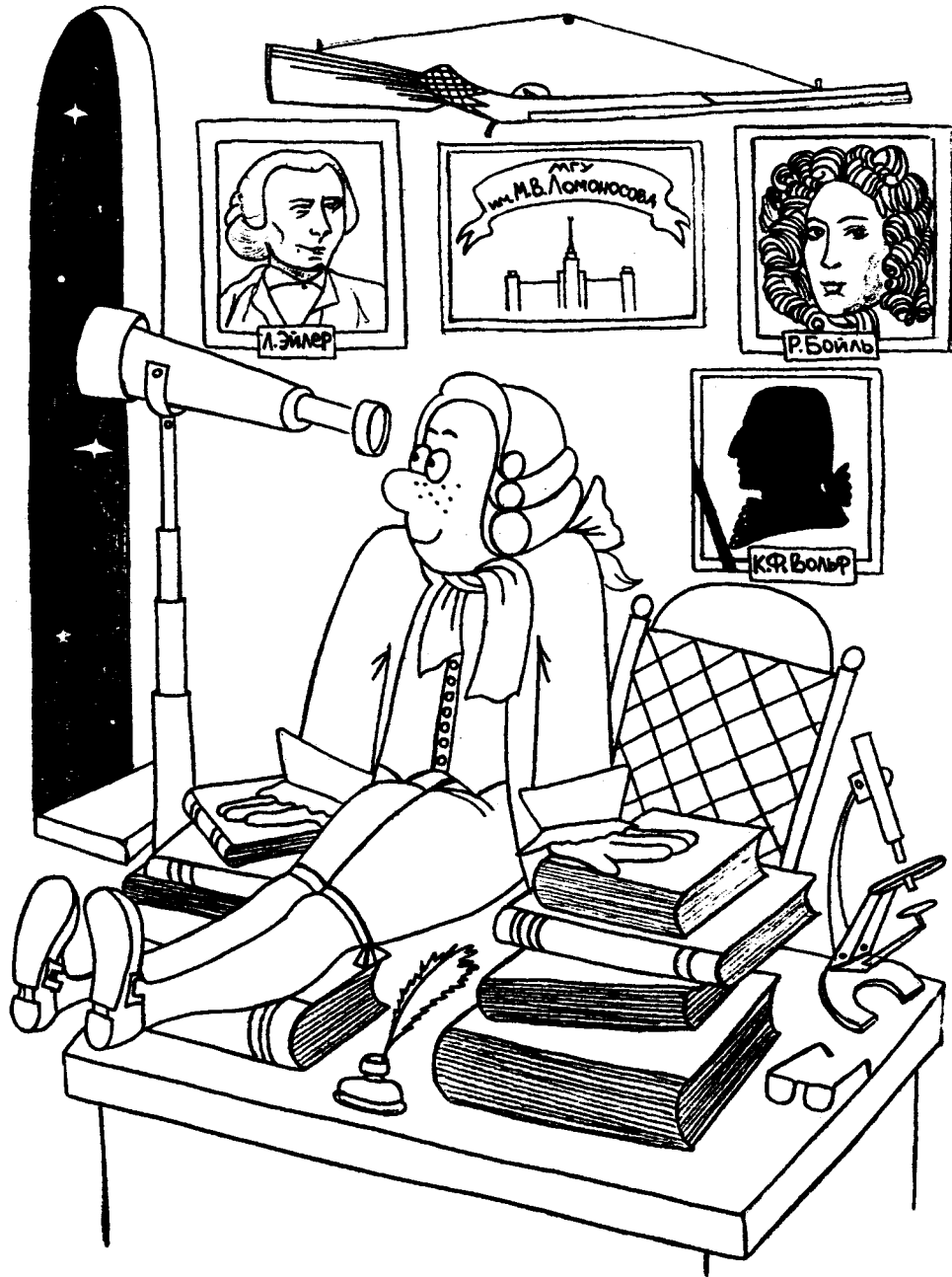


XXII Турнир имени М. В. Ломоносова



Москва, 1999 год.

*Авторы текста:* В. О. Бугаенко (математика), В. М. Гуровиц (математика), И. Г. Довгоброд (биология), С. А. Дориченко (математические игры), И. А. Кобузева (биология), А. К. Кулыгин (физика, математические игры, предисловие, статистика), Е. А. Куприянова (биология), Н. Н. Константинов (*председатель оргкомитета Турнира*, математика), Е. В. Муравенко (лингвистика), А. С. Николаев (физика), Е. Г. Петраш (биология), А. М. Романов (астрономия и науки о Земле), З. П. Свитанько (химия), С. Г. Смирнов (история), Г. А. Соколова (биология).

**Отчёт** о Турнире им. М. В. Ломоносова 1999 года/Отв. за выпуск А. К. Кулыгин. — М.: ИЦТГ, МЦНМО, 1999 — 107 с.: ил.

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

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

**ISBN 5-900916-44-8**

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

Ответственный за выпуск, составитель

*Кулыгин Алексей Кириллович*

**ОТЧЁТ О ТУРНИРЕ ИМ. М. В. ЛОМОНОСОВА 1999 ГОДА**

Обложка и художественное иллюстрирование А. В. Журавлёва

---

Подп. к печати 31.12.1999. Печать офсетная. Усл. печ. л. 7,00. Тираж 6000 экз. Эл. версия <http://www.mcsme.ru/olympiads/turlom/> (www-сервер МЦНМО).

---

Издательство Московского центра непрерывного математического образования, 121002, Г-2, Москва, Большой Власьевский переулок, 11. Лицензия ЛР №071150 от 11.04.1995 г. Тел. 241-05-00, 241-12-37.

Производственно-издательский комбинат ВИНТИ, 141010, г. Люберцы Московской обл., Октябрьский проспект, 403. Тел. 554-21-86. Отпечатано с готового оригинал-макета.

© Информационный центр Турнира городов, 1999

© Московский центр непрерывного математического образования, 1999

Допускается и приветствуется распространение и использование на некоммерческой основе опубликованных в настоящем издании материалов для работы со школьниками и в других целях, соответствующих политике оргкомитета Турнира. Желательны, в случаях, когда это уместно, ссылки на авторов.

## Отчёт о XXII Турнире им. М. В. Ломоносова 26 сентября 1999 года

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

22-й Турнир им. М. В. Ломоносова состоялся в воскресенье, 26 сентября 1999 года. В Москве в нём приняли участие 2637 школьников<sup>1</sup>, из них 1209 были отмечены грамотами за успешное выступление на различных конкурсах. Всего московское жюри проверило 6248 письменных работ и прослушало устные ответы на конкурсе по математическим играм (регистрировались только положительные оценки, их количество — 221).

Турнир проводился в Московском государственном университете (605), Московском Авиационном институте (190), Российском государственном гуманитарном университете (189), Московском Центре непрерывного математического образования (77), московских гимназиях №1543 (77), 1567 (153), московских школах №444 (279), 520 (154), 602 (Зеленоград, 203), 1018 (Солнцево, 155), 905 (123), 1180 (СУНЦ МГТУ им. Баумана, 373), 1678 (50). В скобках указано количество участников в каждом месте; во всех этих местах задания и правила проведения были одинаковыми. Оргкомитет выражает благодарность сотрудникам и администрациям этих учебных заведений. Особенно хотелось бы отметить работу учащихся школы № 57 по компьютерному вводу регистрационных карточек участников и гимназии № 1543 на Юго-Западе по вводу оценок.

В этом году Ломоносовский турнир проводился вскоре после известных трагических событий в Москве (взрывов жилых домов в ночь с 8 на 9 сентября на ул. Гурьянова, 19 и 13 сентября на Каширском шоссе, 6 корп. 3) и других городах. В связи с этим первый (и, очень хочется надеяться, последний) раз в Москве школьная олимпиада проходила под усиленной охраной милиции. Оргкомитет выражает благодарность всем сотрудникам правоохранительных органов, обеспечивавшим безопасность школьников, а также начальнику ГУВД Москвы Николаю Куликову и префекту Центрального административного округа Александру Музыкантскому, без личного участия которых проведение Турнира было бы невозможным.

Турнир состоит из нескольких конкурсов. Все конкурсы по различным предметам проводятся одновременно в разных аудиториях. Школьники могут в любое время переходить из аудитории в аудиторию и принять участие в любом количестве конкурсов, победители определяются отдельно

---

<sup>1</sup>Разумеется, это не точная цифра, в ней не учтены школьники, не зарегистрированные по различным причинам — например, забывшие указать имя и фамилию.

по каждому конкурсу. Один конкурс (математические игры) — устный, остальные — письменные.

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

Большая часть тиража этой книжки по уже сложившейся традиции будет роздана школьникам, успешно выступившим на следующем Ломоносовском Турнире, который состоится 1 октября 2000 года, победителям и участникам других олимпиад. Мы постарались сделать её интересной и полезной для всех, независимо от класса и „любимых“ школьных предметов. Поэтому сложность и подробность изложения материала достаточно сильно варьируется — от забавных цитат из работ по астрономии (стр. 22–44) до достаточно сложных вопросов астрономии, физики, малоизвестных исторических фактов и др.

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

Значительная часть брошюры посвящена конкурсу по астрономии и наукам о Земле. После прочтения ответов и комментариев к ним может показаться, что их уровень сложности не соответствует формулировкам вопросов. И вообще, этот текст, написанный скорее в научном, чем в популярном стиле, с использованием терминов и понятий без их разъяснения, может показаться слишком трудным для школьников. Конечно, большинство школьников не сможет понять текст полностью. Но, как нам кажется, ничего плохого в этом нет, скорее наоборот. Конкретные ответы на все вопросы мы постарались написать как можно проще и понятнее, а остальное можно рассматривать как справочную информацию и читать только то, что интересно, самостоятельно разобраться в непонятных местах и заодно познакомиться с языком современной астрономии.

Формулировки вопросов мы специально старались сделать как можно более простыми и менее „отпугивающими“ (особенно для школьников младших классов). Да и не так трудно, например, догадаться, что, говоря о мифической планете Тумания и проблемах её жителей, мы имеем в виду абсолютно реальную Венеру и реальные эксперименты по её изучению (см стр. 33). Сложнее оказалось „раскусить“ формулировку вопроса про увеличение массы Солнца (стр. 36). Многие школьники ограничились только изменением параметров движения планет, не сообразив, что сведения о звездах из учебника астрономии (в частности, диаграмма „цвет-светимость“) явно имеют отношение к поставленному вопросу.

Совсем скоро наступит 2000 год. Многие люди (и, к сожалению, некоторые участники Турнира, как видно из их работ) вместе с ним будут встречать новое, 3-е тысячелетие. Конечно, ничего у них не получится и придётся подождать ещё целый год. Или чуть меньше. Чтобы развеять все сомнения по этому поводу, в качестве ответа на 11 вопрос мы привели

подробную инструкцию — где, как и когда нужно встречать 3-е тысячелетие, а также историческую справку по этому вопросу. См. стр. 43.

Разумеется, не забыты и любители других школьных наук. Так, юным математикам наверняка будет интересно узнать геометрический способ вычисления сумм  $1 + 3 + 5 + \dots + (2n - 1)$  (стр. 4), а химикам — что сплав натрия и калия при комнатной температуре является жидкостью (стр. 55). По истории и биологии приводятся не только формальные ответы, но и много дополнительной информации, которая позволяет глубоко разобраться в поставленных вопросах и является интересной и полезной для интересующихся школьников.

По тем же заданиям и в то же время, что и в Москве, Ломоносовский турнир состоялся ещё в нескольких городах. Так, благодаря энтузиазму коллектива школы № 27 города Харькова (Украина) в Турнире смогли принять участие 384 школьника города и области. Местное жюри также самостоятельно проверило работы и подвело итоги. Большое им за это спасибо!

Впервые проведена работа по составлению предметного указателя по заданиям, комментариям, решениям и ответам всех конкурсов. Туда включались не все понятия, а только те, по которым в месте их упоминания имеется существенная информация. Ссылки на словосочетания даны по каждому слову. Также включены все упомянутые в тексте персоналии и даты. Указатель содержит более 1000 ссылок.

Информация для связи с оргкомитетом Турнира:

телефон: 241–1237

адрес электронной почты (e-mail): [turlom@mccme.ru](mailto:turlom@mccme.ru)

веб-сервер: <http://www.mccme.ru/olympiads/turlom/>

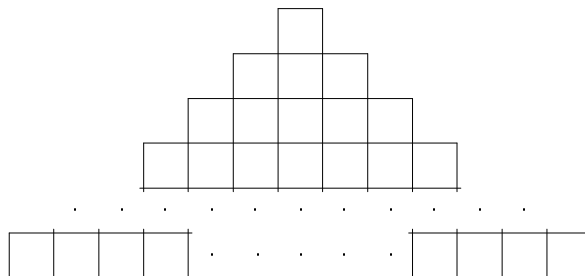
## Конкурс по математике

### Задачи

На листках с этим заданием для участников конкурса было приведено разъяснение.

*В скобках после номера задачи указаны классы, для которых рекомендуется задача. Решать задачи не своего класса разрешается.*

1. (6, 7) Подряд без пробелов выписали все чётные числа от 12 до 34. Получилось число 121416182022242628303234. Делится ли оно на 24?
2. (6, 7, 8) На клетчатой бумаге нарисована фигура (см. рис.): в верхнем ряду — одна клеточка, во втором сверху — три клеточки, в следующем ряду — 5 клеточек, и т. д., всего рядов —  $n$ . Докажите, что общее число клеточек есть квадрат некоторого числа.



3. (8, 9) Из всякого ли выпуклого четырёхугольника можно вырезать параллелограмм, три вершины которого совпадают с тремя вершинами этого четырёхугольника?  
*Пояснение.* Параллелограмм — это четырёхугольник, у которого противоположные стороны параллельны. Прямоугольник, квадрат и ромб — тоже параллелограммы.
4. (8, 9, 10, 11) Шестью одинаковыми параллелограммами площади 1 оклеили кубик с ребром 1. Можно ли утверждать, что все параллелограммы — квадраты? Можно ли утверждать, что все они — прямоугольники?  
Смотрите пояснение к задаче 3.
5. (10, 11) Треугольник  $ABC$  вписан в окружность. Точка  $D$  — середина дуги  $AC$ , точки  $K$  и  $L$  выбраны на сторонах  $AB$  и  $CB$  соответственно так, что  $KL$  параллельна  $AC$ . Пусть  $K'$  и  $L'$  — точки пересечения прямых  $DK$  и  $DL$  соответственно с окружностью. Докажите, что вокруг четырёхугольника  $KLL'K'$  можно описать окружность.

6. (9, 10, 11) Таблица имеет форму квадрата со стороной длины  $n$ . В первой строчке таблицы стоит одно число — 1. Во второй — два числа — две двойки, в третьей — три четвёрки, и так далее:

$$\begin{array}{ccccccc}
 & & & & & & 1 \\
 & & & & & 2 & & 2 \\
 & & & 4 & & 4 & & 4 \\
 & 8 & & 8 & & 8 & & 8 \\
 & & 16 & & 16 & & 16 & \\
 & & & 32 & & 32 & & \\
 & & & & & & & 64
 \end{array}$$

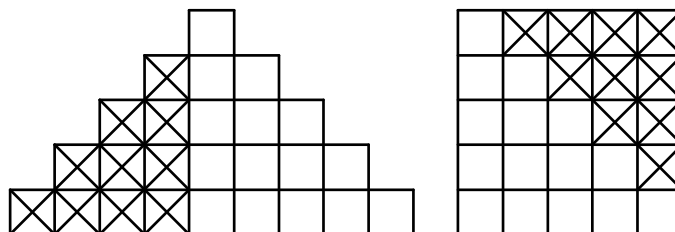
(здесь нарисован квадрат  $4 \times 4$ , но решить задачу нужно не только для этого частного случая, а желательно для любого натурального  $n$ ). В каждой следующей строчке стоит следующая степень двойки. Длина строчек сначала растёт, а затем убывает так, чтобы получился квадрат. Докажите, что сумма всех чисел таблицы есть квадрат некоторого целого числа.

## Решения задач конкурса по математике

1. Данное число не делится на 4, поскольку число, составленное из двух его последних цифр — 34 — не делится на 4. А, значит, указанное в условии число не делится и на 24.

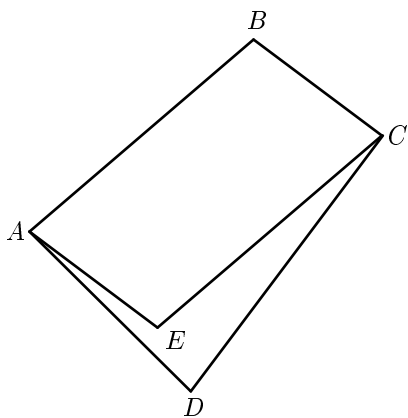
**Замечание.** Делимостью на 3 воспользоваться не удастся, так как данное число делится на 3.

2. Решение. На рисунке показано, как фигуру, данную в условии задачи, разрезать на две части (квадраты в одной из частей перечёркнуты) и из этих частей сложить квадрат. Количество клеточек в квадрате, нарисованном на клетчатой бумаге, очевидно, равно квадрату количества клеток, расположенных вдоль его стороны.

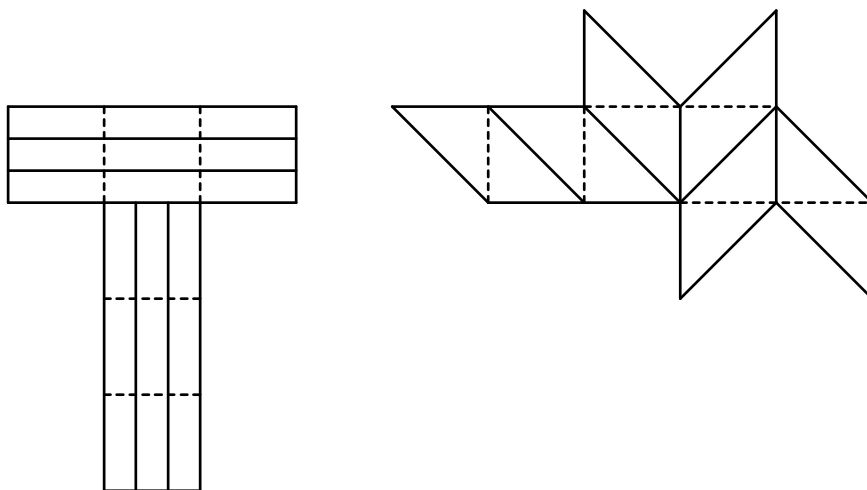


Таким образом, мы не только показали, что количество клеточек равно квадрату некоторого числа (что требовалось в условии задачи), но и нашли это число ( $n$ ), то есть показали, что  $1 + 3 + 5 + 7 + \dots + (2n - 1) = n^2$  ( $n > 0$ ).

3. Ответ: да, из всякого. Рассмотрим произвольный четырёхугольник  $ABCD$ . Т. к.  $\angle A + \angle B + \angle C + \angle D = 360^\circ$ , то либо  $\angle A + \angle B \geq 180^\circ$ , либо  $\angle C + \angle D \geq 180^\circ$ . Аналогично, либо  $\angle B + \angle C \geq 180^\circ$ , либо  $\angle D + \angle A \geq 180^\circ$ . Пусть, без ограничения общности,  $\angle A + \angle B \geq 180^\circ$  и  $\angle B + \angle C \geq 180^\circ$ . Тогда рассмотрим параллелограмм с вершинами  $A, B, C$  и сторонами  $AB$  и  $BC$ . Пусть  $E$  — его четвёртая вершина. Тогда  $\angle ABC + \angle BCE = 180^\circ \leq \angle ABC + \angle BCD$ . Аналогично,  $\angle ABC + \angle BAE = 180^\circ \leq \angle ABC + \angle BAD$ . Отсюда следует, что отрезки  $CE$  и  $EA$  лежат внутри или на сторонах четырёхугольника  $ABCD$ .



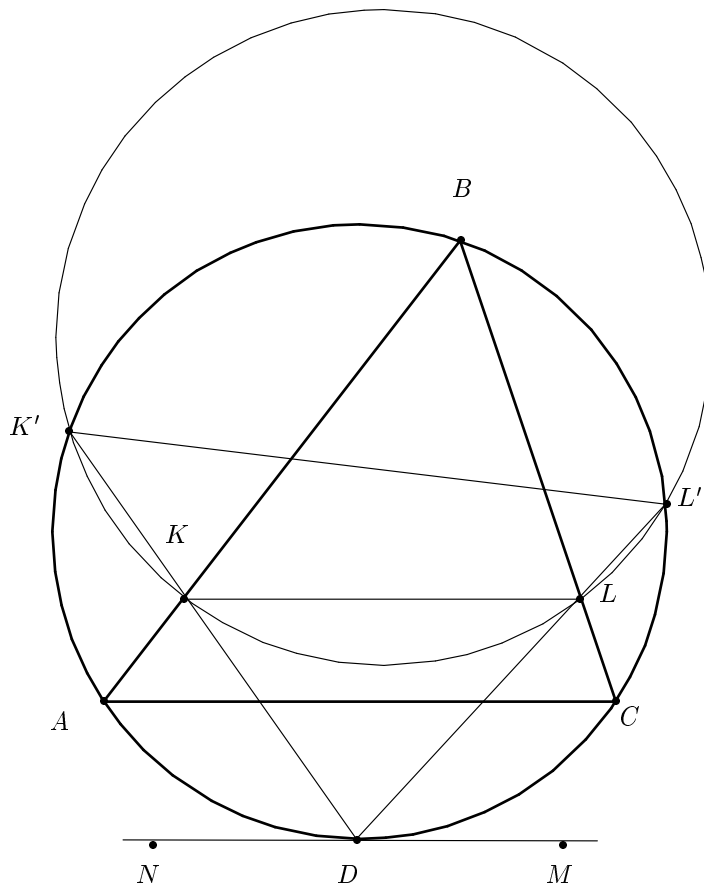
4. Примеры развёрток таких кубиков показаны на рисунке.



Жирными линиями показаны границы параллелограммов, пунктиром обозначены рёбра кубика.



5. Рассмотрим касательную  $NM$  в точке  $D$  (рисунок 4). Имеем  $\angle K'KL = \angle KDM$ ,  $\angle K'L'D = \angle K'DN$ . Отсюда  $\angle K'KL + \angle K'L'L = 180^\circ$ , а это и означает, что вокруг четырёхугольника  $KK'L'L$  можно описать окружность.



6. Решение:

$$\begin{aligned}
 & (1 + 2 + 4 + \dots + 2^n) + (2 + 4 + \dots + 2^{n+1}) + \dots + (2^n + 2^{n+1} + \dots + 2^{2n}) = \\
 & = (1 + 2 + \dots + 2^n) + 2(1 + 2 + \dots + 2^n) + \dots + 2^n(1 + 2 + \dots + 2^n) = \\
 & = (1 + 2 + \dots + 2^n)(1 + 2 + \dots + 2^n) = \\
 & = (1 + 2 + \dots + 2^n)^2.
 \end{aligned}$$

## Конкурс по математическим играм

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

### Инструкция проводящему математические игры

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

Спортивная сторона — на втором месте.

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

Каждый сеанс проходит так. Сначала Вы предлагаете школьникам одну из игр. Нужно, чтобы они поиграли в неё между собой, с Вами. Цель состоит в том, чтобы объяснить школьникам, что такое выигрышная стратегия; на примерах показать, как можно доказывать, что один из игроков всегда сможет выиграть при любой игре другого. При этом Вы можете подсказывать школьникам, играть в поддавки. Если школьник уверенно предлагает чёткую, но неверную стратегию, Вы можете поспорить с ним, что проиграете ему, пользуясь его (якобы выигрышной) стратегией (и осуществить это)<sup>2</sup>. В общем, игры — это творческий процесс.

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

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

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

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

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

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

---

<sup>2</sup>Предостережение: это возможно не всегда.

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

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

### Условия математических игр

Игры условно разделены по сериям (в каждой серии собраны „похожие“ игры). Возможно, некоторые игры окажутся сложноватыми.

Для затравки смело используйте самые простые и известные игры:

кладём пятаки на круглый стол, кто не может сделать ход — проиграл;

сдвиг фишки по прямой на 1 или 2 клетки вперёд (кто первым дойдёт до 15);

в ряд записаны 7 минусов, каждый ход: один или два соседних минуса заменяем на плюсы (кто не может ходить — проиграл);

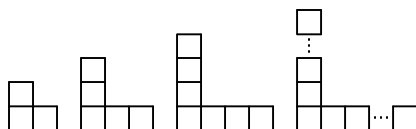
и другие похожие.

#### Серия 1.

**1.1.** Игровое поле представляет собой прямоугольник размером  $2 \times n$  (где  $n$  — натуральное число), разбитый на клеточки  $1 \times 1$ . Играют двое, ходят по очереди. Каждым ходом игрок закрашивает либо одну ещё не закрашенную клетку, либо две соседние (по вертикали или горизонтали) ещё не закрашенные клетки. Проигрывает тот, кто не может сделать ход.

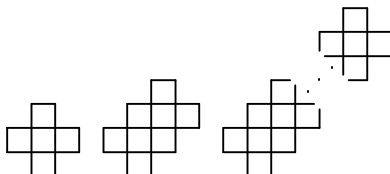
**1.2\***. Та же игра, что и **1.1.**, но проигрывает тот, кто сделал последний ход.

**1.3.** Дан уголок из  $2n + 1$  клетки (см. рисунок). Играют двое, ходят по очереди. Каждым ходом разрешается закрасить любую одну клетку, или любые две клетки, имеющие общую точку (даже вершину). Проигрывает тот, кто не может сделать ход.



**1.4.** Та же игра, что и **1.3.**, но проигрывает тот, кто сделал последний ход.

**1.5.** Игровое поле имеет вид, изображённый на рисунке (всего в нём  $3n + 2$  клетки). Играют двое, ходят по очереди. Каждым ходом игрок закрашивает либо одну ещё не закрашенную клетку, либо две соседние (по вертикали или горизонтали) ещё не закрашенные клетки. Проигрывает тот, кто не может сделать ход.



**Замечание:** поиграйте сначала (посоветуйте поиграть) в эти игры для маленьких  $n$  (1, 2, 3, ...).

### Серия 2.

**2.1.** (известная игра). В ряд записаны  $n$  единиц: 1, 1, 1, ..., 1. Каждым ходом разрешается между любыми двумя цифрами поставить знак „+“ или „·“. Когда все  $n - 1$  знаков будут поставлены, вычисляется значение полученного выражения (сначала выполняются все умножения, а затем — сложения). Если получилось чётное число, то выигрывает первый, а если нечётное — второй.

**2.2.** (известная игра). Та же задача, что и **2.1.**, но первый выигрывает, если получилось нечётное число, а второй — если чётное.

**2.3.** В ряд записаны  $2n$  цифр: 1, 2, 1, 2, ..., 1, 2. Каждым ходом разрешается между любыми двумя цифрами поставить знак „+“ или „·“. Когда все  $2n - 1$  знаков будут поставлены, вычисляется значение полученного выражения (сначала выполняются все умножения, а затем — сложения). Если получилось чётное число, то выигрывает первый, а если нечётное — второй.

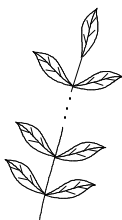
**2.4.** Та же задача, что и **2.3.**, но в ряду  $2n + 1$  цифра: 1, 2, 1, 2, ..., 1, 2, 1.

**2.5.**, **2.6.** Те же задачи, что и **2.3.**, **2.4.**, но если получилось чётное число, то выигрывает второй, а если нечётное — первый.

**Замечание:** поиграйте сначала (посоветуйте поиграть) в эти игры для маленьких  $n$  (1, 2, 3, ...).

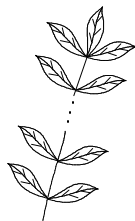
### Серия 3.

**3.1.** Ветка с листьями имеет вид, изображённый на рисунке (всего листьев  $2n + 1$ ).



Двое по очереди срывают листья, каждым ходом разрешается сорвать либо один лист, либо любую пару листьев, растущих из одной точки. Выигрывает тот, кто сорвёт последний лист.

**3.2.** Та же задача, что и **3.1.**, но ветка имеет такой вид:



**3.3., 3.4.** Те же задачи, что и **3.1., 3.2.**, но тот, кто сорвёт последний лист, проигрывает.

**Замечание:** поиграйте сначала (посоветуйте поиграть) в эти игры для маленьких  $n$  (1, 2, 3, ...).

#### Серия 4.

**4.1.** (известная игра). Часовая стрелка установлена на 12 часах. Играют двое, ходят по очереди. Каждым ходом можно сдвинуть стрелку на 1 или 2 часа вперёд. Кто первым снова поставит стрелку на 12 часов, выигрывает.

**4.2.** (известная игра). Та же задача, но каждым ходом сдвигать стрелку можно на 2 или на 3 часа вперёд.

**Замечание:** варьируйте длину циферблата, сдвиги, сами придумайте игру на обратный ход.

**4.3.** Часовая стрелка установлена на 12 часах. Играют двое, ходят по очереди. Каждым ходом можно сдвинуть стрелку на 2 часа вперёд или на 1 час назад. Проигрывает тот, кто впервые перевёл стрелку на уже встречавшееся число.

#### Серия 5.

**5.1.** Дан выпуклый  $n$ -угольник. Играют двое, каждым ходом можно провести ещё не проведённую диагональ этого многоугольника. При этом запрещается, чтобы очередная диагональ имела общие точки с уже проведёнными диагоналями. Проигрывает тот, кто не может сделать ход.

**5.2.** Та же задача, что и **4.1.**, но проигрывает тот, кто сделал последний ход.

**Замечание:** поиграйте сначала (посоветуйте поиграть) в эти игры для маленьких  $n$  (4, 5, 6, 7, 8, 9, ...).

## Решения математических игр

Напомним, что во всех задачах необходимо выяснить, кто выигрывает при правильной игре — начинающий или его партнёр. То есть, нужно выяснить: кто из играющих может играть так, чтобы выигрывать при любой игре другого. Часто решение состоит в том, что указывается стратегия, по которой нужно играть игроку, чтобы выиграть.

Поясним сказанное на примерах и разберём для начала несколько известных игр, которые использовались для разминки.

**Задача.** Двое по очереди кладут пятаки на круглый стол так, чтобы монеты не падали и не задевали друг друга. Кто не может сделать ход — проигрывает.

**Решение.** Всегда может выиграть первый. Он может первым ходом положить пятак в центр стола и далее на каждый ход первого отвечать симметричным (относительно центра стола) ходом.

Докажем, что первый, действуя по таким правилам, всегда сможет сделать ход после любого хода второго.

Действительно, перед ходом второго расположение монет на столе симметрично относительно центра, и если второй может положить монету на стол, то симметричное (относительно центра) место стола тоже свободно. Если первый положит туда пятак, он не будет налегать на последний пятак второго: иначе получалось бы, что последний пятак второго накрывает две симметричные точки стола, а значит накрывает центр, что невозможно. Но и остальные пятаки монета первого не заденет (так как их не задевает последний пятак второго). При этом расположение монет вновь станет симметричным, и снова ходить второму.

Ясно, что игра когда-нибудь закончится (ведь на стол можно положить лишь конечное число не налегающих друг на друга пятаков), и последний ход будет у первого (значит, он выиграл).

**Задача.** Дана полоска клетчатой бумаги размерами  $1 \times 15$ , в крайней левой клетке находится фишка. Двое по очереди сдвигают фишку на 1 или 2 клетки вправо. Выигрывает тот, кто первым дойдёт до последней (пятнадцатой) клетки.

**Решение.** Эта задача решается так называемым методом выигрышных позиций. Каждой клетке мы сейчас присвоим название выигрышной или проигрышной.

Клетка считается выигрышной, если игрок, которому достанется ходить с этой клетки, сможет выиграть (как бы ни играл его соперник).

Клетка считается проигрышной, если игрок, которому достанется ходить с этой клетки, не сможет выиграть (как бы он ни играл) при правильной игре соперника.

Например, 13-ая и 14-ая клетка выигрышные: начав с них, можно пойти на 15-ю клетку и выиграть. А вот 12-я клетка проигрышная: с неё можно пойти либо на 13-ю, либо на 14-ю клетки, после чего соперник сможет передвинуть фишку на 15-ю клетку и выиграть. Аналогично, 10-я и 11-я клетки — проигрышные, 9-я — выигрышная, и т. д. Ещё мы забыли про

15-ю клетку — она проигрышная (с неё некуда ходить). Получаем такую картинку:

В	В	П	В	В	П	В	В	П	В	В	П	В	В	П
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15

(Вы, конечно, заметили, что с проигрышной клетки *нельзя* пойти на проигрышную (можно пойти *только* на выигрышную), а с выигрышной клетки *можно* пойти на проигрышную.)

Получается, что выигрывает начинающий (так как первая клетка — выигрышная). Легко указать для него стратегию: он должен каждым ходом передвигать фишку на проигрышную клетку. Его соперник после этого, как он ни пойдёт, вынужден будет передвинуть фишку на выигрышную клетку, и опять ход первого.

**Упражнение.** Кто выигрывает, если в полоске 20 клеток? Решите ту же задачу, если тот, кто передвинул фишку на последнюю клетку, считается проигравшим.

**Задача.** В ряд записаны 7 минусов. Играют двое, ходят по очереди. Каждым ходом игрок заменяет любой минус на плюс или любые два соседних минуса на два плюса. Проигрывает тот, кто не может сделать ход.

**Решение.** Эта задача похожа на задачу про пятаки — она тоже решается при помощи симметрии. Выигрывает здесь начинающий: он своим первым ходом заменяет центральный минус на плюс, а затем ходит симметрично ходам второго (относительно центрального минуса).

**Упражнение.** Кто выигрывает, если в ряд записаны 8 минусов?

Переходим к решениям основных задач. В этом году среди предлагавшихся игр были и такие, решения которых в общем случае нам неизвестны. Решения частных случаев (именно они и предлагались школьникам) — достаточно простые.

## Серия 1.

**1.1.** Игровое поле представляет собой прямоугольник размером  $2 \times n$  (где  $n$  — натуральное число), разбитый на клеточки  $1 \times 1$ . Играют двое, ходят по очереди. Каждым ходом игрок закрашивает либо одну ещё не закрашенную клетку, либо две соседние (по вертикали или горизонтали) ещё не закрашенные клетки. Проигрывает тот, кто не может сделать ход.

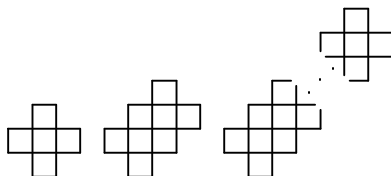
**Решение.** При нечётном  $n$  выигрывает начинающий: своим первым ходом он закрашивает две центральные клетки, как бы разделяя поле на две одинаковые половины, а дальше делает свои ходы симметрично ходам второго.

При чётном  $n$  выигрывает второй: он делает свои ходы симметрично ходам первого (относительно центра доски).

**1.2\*.** Та же игра, что и **1.1.**, но проигрывает тот, кто сделал последний ход. Полное решение этой задачи (для произвольного  $n$ ) авторам неизвестно.

Решение в общем случае задач **1.3.** и **1.4.** также неизвестно.

**1.5.** Игровое поле имеет вид, изображённый на рисунке 2 (всего в нём  $3n+2$  клетки). Играют двое, ходят по очереди. Каждым ходом игрок закрашивает либо одну ещё не закрашенную клетку, либо две соседние (по вертикали или горизонтали) ещё не закрашенные клетки. Проигрывает тот, кто не может сделать ход.



**Решение.** Симметричная стратегия.

В случае нечётного  $n$  выигрывает начинающий, первым ходом закрашивая центральную клетку, и далее делая свои ходы симметрично ходам второго.

При чётном  $n$  выигрывает второй: он делает свои ходы симметрично ходам второго (относительно центра доски).

## Серия 2.

**2.1.** (известная игра). В ряд записаны  $n$  единиц:  $1, 1, 1, \dots, 1$ . Каждым ходом разрешается между любыми двумя цифрами поставить знак „+“ или „.“. Когда все  $n - 1$  знаков будут поставлены, вычисляется значение полученного выражения (сначала выполняются все умножения, а затем — сложения). Если получилось чётное число, то выигрывает первый, а если нечётное — второй.

**Решение.** Выигрывает тот, кто делает последний ход (то есть, в случае чётного  $n$  выигрывает первый, а в случае нечётного  $n$  — второй). При этом не важно, как ходят игроки до самого последнего хода: последним ходом всегда можно сделать результат по желанию чётным или нечётным. Действительно, представим себе, что все знаки расставлены. Тогда все наши единицы разобьются на группы перемножающихся единиц, разделенные плюсами. Например, так (группы перемножающихся единиц мы взяли в скобки):

$$(1 \cdot 1 \cdots 1) + (1 \cdots 1) + \cdots + (1 \cdots 1).$$

Произведение в каждой группе равно 1, и результат будет чётным или нечётным в зависимости от того, чётно или нечётно количество таких групп.

Пусть мы последним ходом ставим плюс и число групп равно  $k$ . Тогда если бы мы вместо плюса поставили знак умножения, две группы, примыкающие к плюсу (справа и слева) превратились бы в одну, и число групп стало бы равным  $k - 1$ , то есть изменило бы четность. Значит при разных последних знаках получается разная четность результата, и поэтому выбирая знак, дающий нужную четность, ходящий последним выигрывает.



**2.2.** (известная игра). Та же задача, что и **2.1.**, но первый выигрывает, если получилось нечётное число, а второй — если чётное.

**Решение.** Выигрывает тот, кто делает последний ход. Решение точно такое же, как и в предыдущей задаче.

**2.3.** В ряд записаны  $2n$  цифр:  $1, 2, 1, 2, \dots, 1, 2$ . Каждым ходом разрешается между любыми двумя цифрами поставить знак „+“ или „·“. Когда все  $2n - 1$  знаков будут поставлены, вычисляется значение полученного выражения (сначала выполняются все умножения, а затем — сложения). Если получилось чётное число, то выигрывает первый, а если нечётное — второй.

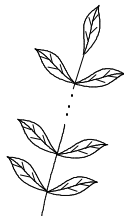
**Решение.** Выигрывает первый. Сначала он должен поставить знак умножения перед последней двойкой в ряду. Рядом с каждой из оставшихся двоек имеется два свободных места для знаков (слева и справа). Далее первый должен действовать так, чтобы рядом с каждой из оставшихся двоек (слева или справа) оказался знак умножения. У него это получится, так как каждым ходом второй может сделать ход рядом ровно с одной двойкой, и следующим ходом первый сможет поставить знак умножения на другое соседнее с этой двойкой место. В итоге рядом с каждой двойкой будет стоять знак умножения, а значит складываться будут чётные числа и результат будет чётным.

**2.4.** Та же задача, что и **2.3.**, но в ряду  $2n + 1$  цифра:  $1, 2, 1, 2, \dots, 1, 2, 1$ .

**Решение.** Выигрывает первый, решение аналогично предыдущему.

### Серия 3.

**3.1.** Ветка с листьями имеет вид, изображённый на рисунке (всего листьев  $2n + 1$ ).



Двое по очереди срывают листья, каждым ходом разрешается сорвать либо один лист, либо любую пару листьев, растущих из одной точки. Выигрывает тот, кто сорвёт последний лист.

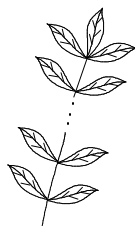
Задача взята из сборника „Математика 6–8. Материалы заключительного конкурса журнала «Квант»“, Кострома, 1999. Автор задачи — И. Акулич. Решение (с мелкими изменениями) перепечатывается из этого сборника.

**Решение.** Всегда может выиграть начинающий. Если  $n$  — чётное число, то начинающий игрок первым ходом срывает один лист пары, если  $n$  — нечётное, то срывает лист сверху. Заметим, что в обоих случаях после его хода на ветке остается чётное число пар и чётное число одиночных

листьев. Его соперник вынужден сделать нечётным либо число одиночных листьев, либо число пар листьев. Первый своим ходом должен восстанавливать чётность, повторяя ход соперника.

Если нечётно число одиночных листьев или число пар листьев, то хоть одно из этих количеств не равно нулю, а значит, у первого всегда будет возможность для хода. Так как игра обязательно закончится, то не сможет сделать очередной ход тот, кто начинал вторым, то есть выигрывает начинающий.

**3.2.** Та же задача, что и **3.1.**, но ветка имеет такой вид:



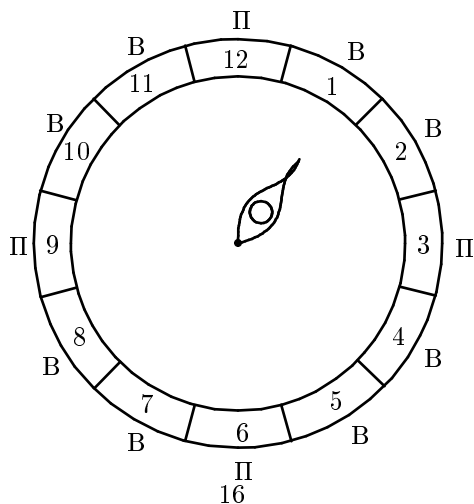
**Решение.** Эта задача решается точно так же, как и предыдущая: начинающий своим первым ходом отрывает от тройки верхних листьев один или два листа (в зависимости от чётности  $n$ ) и далее ходит так, как описано в решении предыдущей задачи.

**3.3., 3.4.** Те же задачи, что и **3.1., 3.2.**, но тот, кто сорвёт последний лист, проигрывает. Решение аналогично.

**Серия 4.**

**4.1.** (известная игра). Часовая стрелка установлена на 12 часах. Играют двое, ходят по очереди. Каждым ходом можно сдвинуть стрелку на 1 или 2 часа вперёд. Кто первым снова поставит стрелку на 12 часов, выигрывает.

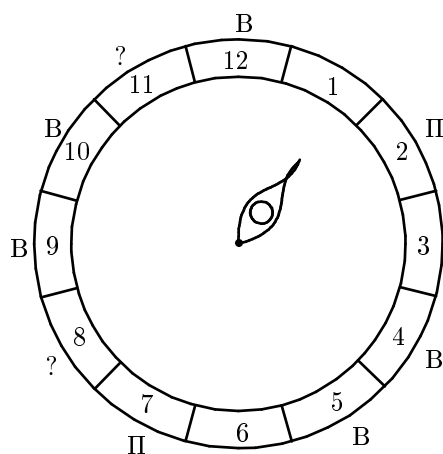
**Решение.** Эта задача решается методом выигрышных позиций. Ясно, что 10 и 11 — выигрышные позиции (В), 9 — проигрышная (П), и т. д. Получаем картинку:



и видим, что начальная позиция (12 часов) проигрышная. Значит выигрывает второй.

**4.2.** (известная игра). Та же задача, но каждым ходом сдвигать стрелку можно на 2 или на 3 часа вперёд.

**Решение.** Задача решается аналогично. Ясно, что 10 и 9 — выигрышные позиции. Про 11 пока ничего сказать нельзя, и про 8 тоже, а вот позиция 7 — проигрышная (так как из неё можно попасть только на выигрышные позиции 9 и 10). Далее, позиции 5 и 4 — выигрышные, 2 — проигрышная, а значит 12 — выигрышная. Снова выигрывает начинающий — он должен перевести стрелку на 2 часа, потом (после хода второго) — на 7 часов, и затем — на 12.



**4.3.** Часовая стрелка установлена на 12 часах. Играют двое, ходят по очереди. Каждым ходом можно сдвинуть стрелку на 2 часа вперёд или на 1 час назад. Проигрывает тот, кто впервые перевёл стрелку на уже встречавшееся число.

**Решение.** Рассмотрим сначала случай, когда первый игрок первым ходом сдвигает стрелку на 1 час назад (12 → 11). Если после этого второй игрок сделает ход 11 → 10, то первому придётся ходить 10 → 9, тогда второму — 9 → 8 и т. д. Понятно, что в этом случае ходы второго игрока всегда заканчиваются на чётных числах, в том числе на 12, значит он проигрывает.

Следовательно, после хода первого 12 → 11 второй вынужден ходить 11 → 1, после чего первый вынужден ходить 1 → 3. Теперь у второго есть выбор: 3 → 2 или 3 → 5. Рассмотрим сначала первый случай (3 → 2). Тогда первый вынужден сделать ход 2 → 4, после чего второй вынужден ходить 4 → 6. Теперь первый может сделать ход 6 → 5, и второму придётся ходить 5 → 7, теперь первый может сделать ход 7 → 9, оставляя для второго единственную возможность 9 → 8 (позиция 11 уже была занята на 1 ходу), после чего сам ходит 8 → 10 и выигрывает (позиции 9 и 12 уже заняты). Сле-

довательно, рассмотренный выбор второго игрока на 2 ходу обязательно приводит к проигрышу.

Рассмотрим второй вариант ( $3 \rightarrow 5$ ). Тогда первый игрок может сделать ход  $5 \rightarrow 4$ , и второй вынужден ходить  $4 \rightarrow 6$ , после чего первый может сходить  $6 \rightarrow 8$ , и у второго есть выбор:  $8 \rightarrow 7$  или  $8 \rightarrow 10$ . Последний вариант ему не подходит, так как тут же приводит к проигрышу (после хода первого  $10 \rightarrow 9$ ). Если же второй делает ход  $8 \rightarrow 10$ , то первый может ответить  $10 \rightarrow 9$  и второму опять ходить некуда, то есть он проиграл.

Мы показали, как первый игрок, сделав первый ход  $12 \rightarrow 11$ , затем всегда может выиграть у второго. После того, как мы это только что доказали, рассмотрение второго варианта первого хода ( $12 \rightarrow 2$ ) стало, естественно, ненужным.

### Серия 5.

**5.1.** Дан выпуклый  $n$ -угольник. Играют двое, каждым ходом можно провести ещё не проведённую диагональ этого многоугольника. При этом запрещается, чтобы очередная диагональ имела общие точки с уже проведёнными диагоналями. Проигрывает тот, кто не может сделать ход.

**Решение.** Если  $n$  чётно, выигрывает начинающий, первым ходом соединив две противоположные вершины многоугольника. В результате многоугольник разобьётся на две части с одинаковым числом вершин. Далее первому следует ходить симметрично второму: на каждый ход второго, сделанный в одной из двух частей следует ответить аналогичным ходом во второй части.

В случае произвольного нечётного  $n$  полное решение авторам неизвестно.



*Иллюстрация к вопросу № 8 конкурса по астрономии и наукам о Земле.*

## Конкурс по астрономии и наукам о Земле

Вопросы и комментарии подготовил к. ф.-м. н. Андрей Михайлович Романов, — главный специалист Отделения общей физики и астрономии Российской академии наук (romanov@gpad.ac.ru).

### Вопросы

На листках с вопросами конкурса было приведено следующее разъяснение:

*Из предложенных 11 вопросов по астрономии и наукам о Земле можно отвечать на **любое** количество из тех, которые Вам интересны. Для получения премии достаточно будет написать правильные ответы на любые 4 вопроса. Больше — можно. При подведении итогов будут учтены количество правильных ответов, их полнота и Ваш класс (возраст).*

1. Какова максимально возможная на Земле скорость ветра? А на других планетах (Марс, Венера, Юпитер)?
2. Почему радуга круглая?
3. В большом зале на 1000 мест один невоспитанный товарищ выкурил 1 (всего одну!) сигарету. Сколько частиц дыма и пепла после этого попадает в лёгкие каждого из присутствующих при каждом вдохе?
4. Сталкиваются два материка. До какой высоты при этом могут вырасти горы? А за какое время?
5. Как бы Вы у себя дома смогли наглядно показать своему приятелю, что такое невесомость?
6. В космос одинаковым образом запустили два одинаковых спутника: один из них всё излучение поглощает (абсолютно чёрный), а другой — всё отражает (белый или зеркальный). Как они будут отличаться в дальнейшем?
7. Как отличить метеорит от простого „земного“ камня?
8. Около некоторой звезды есть две планеты: Тумания, полностью покрытая облаками, и Ясения, атмосфера которой полностью прозрачна. Каким образом ясенианцы могут измерить вращение Тумании? Каким образом туманцы могут измерить продолжительность своих суток и года, а также установить существование Ясени?
9. Если к нашему Солнцу добавить ещё одно такое же (изнутри), что будет? А ещё одно? А ещё?
10. Все звёзды очень разнообразны: бывают красные и голубые гиганты, жёлтые и коричневые карлики, и всякие другие. Отчего это зависит? Бывают ли зелёные, сиреневые, или, например, пятнисто-полосатые звёзды?
11. Когда и где начнётся 3-е тысячелетие? Можно ли это событие „увидеть“?

## Ответы на вопросы конкурса по астрономии и наукам о Земле

**Вопрос № 1.** *Какова максимально возможная на Земле скорость ветра? А на других планетах (Марс, Венера, Юпитер)?*

**Ответ.** Земля — 30–100 м/с; Венера — 100 м/с; Юпитер — 150–270 м/с.

**Комментарий.** Конкретные цифры скорости ветра при урагане около поверхности земли составляют 30–100 м/с. Например, при урагане в г. Москве 20 июня 1998 г. значения скорости ветра достигали 26–30 м/с. При этом ширина ураганного фронта составляет от нескольких километров до нескольких десятков километров.

Другой часто встречающейся разновидностью сильного ветра у поверхности земли являются смерчи и тайфуны. Структура у смерча и тайфуна, в отличие от обычных атмосферных фронтов, представляет собой спирально закрученное движение воздуха. Смерчи возникают между быстро движущимися грозовыми облаками и поверхностью земли и имеют диаметр от нескольких метров до десятков метров. Тайфуны возникают в тропической зоне океана за счёт более сильного нагрева нижних слоев воздуха и возникающей вследствие этого термодинамической неустойчивости. Они включают в себя значительно большие объёмы воздушных масс, захватывают нижнюю тропосферу до высоты 10–12 км и имеют горизонтальные размеры до нескольких сотен километров. Скорости ветра в смерчах и тайфунах также могут достигать 100 м/с.

Весьма интересное природное явление представляет собой т. н. „стоковый ветер“ в Антарктиде. Поскольку Антарктида является ледовым куполом вокруг Южного полюса с высотами 2000–4500 м, над ней образуется так называемый „антарктический антициклон“. В центральных областях материка холодный воздух опускается из верхних слоёв атмосферы, а затем, двигаясь к окраинам Антарктиды, он скатывается до уровня моря и при этом разгоняется до ураганных скоростей (до 60 м/с) на кромке ледовых полей. Все рассмотренные примеры ветров представляют движения воздушных масс около поверхности Земли. Вместе с тем, значительные по скорости ветры господствуют в верхней тропосфере и стратосфере. Они также могут достигать скоростей 100 м/с и называются „струйными течениями“. Структура струйных течений определяет, в частности, западный перенос масс в наших средних широтах, а также долговременные изменения погодных условий.

Что касается иных планет, то прежде всего необходимо отметить, что общая (глобальная) циркуляция атмосферы на разных планетах существенно различается. На Земле имеются несколько зональных поясов, в которых направление переноса воздушных масс изменяется. В тропической зоне господствуют пассаты, движущиеся на запад, против направления вращения Земли, и сдвигающие воздушные массы от линий тропиков к экватору. В средних широтах, как было сказано выше, преобладает противоположный перенос, с запада на восток и от линий тропиков к поляр-

ным кругам. В полярных зонах, как правило, располагается антициклон с направлением движения воздуха от полюса.

Венера, являясь близкой к Земле планетой по размерам, имеет принципиально иную общую циркуляцию своей атмосферы, которая вся движется с запада на восток, как бы единым потоком. В экваториальной зоне атмосфера обращается вокруг планеты за 4,5 дня, что соответствует постоянной скорости ветра 100 м/с. Однако, такой ветер дует только на высотах 20–22 км над поверхностью планеты; на высоте 10 км ветер падает до 10 м/с, а возле поверхности Венеры он ещё слабее. Кроме этого широтного ветра наблюдается также и меридиональный перенос масс от полюсов Венеры к её экватору, который примерно в 10 раз медленнее. Все эти особенности ветров венерианской атмосферы, а также её турбулентность, наблюдались во время полета в атмосфере Венеры баллонов с космических станций Вегга-1 и 2 в 1986 г. Принципиально иное строение и динамику имеет атмосфера самой большой планеты Солнечной системы — Юпитера. Один оборот Юпитер совершает за 10 часов, что соответствует скорости движения 44000 км/час (120000 м/с). Однако, поскольку у Юпитера нет (не наблюдается) твёрдого тела, то видимое движение его атмосферы, соответственно, трудно называть собственно ветром. Внешняя атмосфера Юпитера, как известно, разделена по широте на светлые „зоны“ (где атмосферные массы поднимаются снизу вверх) и тёмные „полосы“ (где они опускаются). Скорости взаимного движения полос и зон достигают 150 м/с. Знаменитое Большое Красное пятно Юпитера, которое представляет собой гигантский циклон или вихрь между двумя соседними полосами, вращаясь с периодом около 6 суток, имеет скорость ветра на периферии 1000 км/час (270 м/с).

Атмосфера Марса более разреженная, чем у Земли, и характеризуется возникающими время от времени ураганами со скоростями в несколько десятков м/с. Они захватывают значительные области планеты и наблюдаются как „пылевые бури“.

Разумеется, имеются также и принципиальные ограничения скорости ветра где бы то ни было: это скорость звука в атмосфере, которая зависит от её температуры и давления (для поверхности Земли — 330 м/с). При достижении скорости звука любое движение воздуха превращается в ударную волну, и физика всех дальнейших процессов становится принципиально иной. Разумеется также, что никакой ветер (также как и ничто материальное) не может превосходить скорость света.

#### **Типичные ошибки.**

— На других планетах нет воздуха, и нет ветра.

#### **Нетривиальные версии.<sup>3</sup>**

— Максимальная скорость ветра равна скорости звука в воздухе.

— Скорость ветра зависит от скорости вращения планеты.

— 374 км/час.

---

<sup>3</sup>Здесь и далее орфографические ошибки авторов исправлены.



**Критерии оценок.**

Структура смерча, тайфуна — 1.

Стоковый ветер в Антарктиде — 1.

Струйные течения в верхней атмосфере — 1.

Общая циркуляция атмосферы разных планет — 1.

Солнечный и звёздный ветер — 1.

Итого — 6.

**Вопрос № 2. Почему радуга круглая?**

**Ответ.** Наблюдаемый светящийся круг является проекцией на небесную сферу геометрического места каплей воды, равномерно распределённых в пространстве, отстоящих на равный угол относительно источника света, и преломляющих и отражающих лучи света.

**Комментарий.** Радуга образуется из-за преломления солнечных (или иных) лучей света в круглых каплях воды, имеющихся в воздухе во время и после дождя или от иных источников капель (например, от поливочного шланга). Принципиальное значение имеет то, что капли круглые (сферические). Нетрудно показать, что все лучи, параллельно приходящие от солнца и падающие на сферическую каплю, испытывают преломление на её поверхности и полное внутреннее отражение (то есть отражение от внутренней поверхности капли), и по законам геометрической оптики получают отклонение в пространстве на один и тот же определенный угол. Таким образом, каждая из капель, освещаемых одним и тем же источником света, преломляет все падающие на неё лучи и отражает их обратно, подобно катафоту, таким образом, что они расходятся от капли в пространстве вдоль поверхности конуса с определённым углом раскрытия. При наблюдении массива из многих капель, свободно распределённых в воздухе, мы сможем увидеть отражённые лучи света от тех из них, которые сами расположены под тем же углом относительно нас и источника света (солнца). Очевидно, что такие капли, светящие в нашу сторону, сами также будут располагаться в пространстве на поверхности конуса с тем же углом раскрытия, что и отражённый свет от каждой капли. Для наблюдателя (то есть для нас) конус светящихся капель будет виден как круг, проецирующийся на более тёмное небо или другой фон.

Поскольку свет при отражении от капли дважды проходит границу сред (воздух — вода — воздух), то в силу преломления света, которое имеет различную величину для разных цветов (т. е. для разных длин волн света), разные цвета отклоняются каплями воды на несколько разные углы. Красный свет отклоняется на  $137^\circ 30'$  градусов, а фиолетовый на  $139^\circ 20'$ . Соответственно, если мы посмотрим в противоположную от солнца сторону, то в круге, отстоящем от условного центра („противосолнца“) на  $42^\circ 30'$  мы увидим капли, светящиеся красным светом, а в круге, отстоящем на  $40^\circ 40'$  — фиолетовым. Все прочие цвета расположатся между ними, и мы увидим собственно радугу, — т. е. светящийся круг (или дугу), в котором снаружи внутрь идут цвета: красный, оранжевый, жёлтый, зелёный, голубой, синий, фиолетовый.

Понятно, что поскольку чаще всего мы видим радугу от Солнца, которое при этом всегда выше горизонта, то „противосолнце“ находится несколько ниже горизонта, и радуга получается только в виде части полной окружности, т. е. в виде дуги. Для того, чтобы увидеть круглую радугу, необходимо иметь освещённые капли воды ниже себя. Это можно сделать либо с помощью шланга, либо с помощью самолёта, глядя на дождь сверху. В крайнем случае можно расположить ниже себя источник света, но тогда уже, разумеется, не Солнце.

Если капли будут не вполне круглые (например, вытянутые при крупном дожде) или будут сильно неоднородны по своим размерам, то радуга будет получаться бледной и неоднородной по цветам, т. е. не такой красивой, как иногда бывает.

Если организовать капли не из воды, а из какой-либо другой жидкости, то изменится угол преломления света, соответственно, изменится угловой размер видимой радуги.

Среди других красивых атмосферных явлений можно отметить т. н. „гало“, которые образуются на ледяных кристалликах и иногда видны вокруг Луны или Солнца.

#### **Типичные ошибки.**

- Потому что Солнце круглое.
- Потому что Земля круглая.
- Потому что глаз круглый.

#### **Нетривиальные версии.**

- Потому что Земля крутится.
- Радуга и Земля, как две концентрические окружности.
- Где сильнее шел дождь, там радуга выше; а по краям дождь слабее.
- Земля имеет притяжение, и радуга искривляется.
- Длина волны красного света больше, чем фиолетового. Поэтому они закругляются.

#### **Критерии оценок.**

- Ось симметрии антисолярной точки (или Солнца) — 1.
- Преломление в круглой капле — 1.
- Другие оптические атмосферные явления — 1.
- Итого — 3.

**Вопрос № 3.** *В большом зале на 1000 мест один невоспитанный товарищ выкурил 1 (всего одну!) сигарету. Сколько частиц дыма и пепла после этого попадает в лёгкие каждого из присутствующих при каждом вдохе?*

**Ответ.** Ошеломляюще много: пепловых частиц — около миллиона, а табачных газов —  $10^{17}$  молекул.

**Комментарий.** Прежде всего, сделаем следующие разумные предположения. Будем считать, что дым и пепел от выкуренной сигареты равномерно распределились по всему залу, т. е. все присутствующие в зале получают свою дозу в равных количествах. Тогда нужно оценить соотношение объёмов зала и лёгких. Типичное значение рабочего объёма лёгких человека составляет около 2 литров. Типичная площадь залов составляет около

1 м<sup>2</sup> на 1 место, а высоту зала можно принять равной 20 м; тогда объём зала составит 1000 м<sup>2</sup> · 20 м = 20 000 м<sup>3</sup>, а соотношение объёмов лёгких и зала — 10<sup>-7</sup>. Таким образом, каждый присутствующий при каждом вдохе получает одну десятиллионную долю всего дыма и пепла, произведённого сигаретой. Оценим теперь, много это или мало.

Как известно, сигареты (и другие табачные изделия) при сгорании выделяют большое количество весьма разнообразных (и, как правило, непользуемых) газов, включая достаточно сложные молекулярные комплексы. Для простоты нашей оценки примем, что вся сигарета первоначально состоит из чистого углерода. Тогда, приняв вес сигареты равным 5 г, а вес каждого атома углерода, состоящего из 12 протонов и нейтронов (<sup>12</sup>C), равным  $12 \cdot 1,6 \cdot 10^{-24}$  г, получим, что число атомов углерода в ней равно  $2,6 \cdot 10^{23}$ . Соответственно, при сгорании (выкуривании) сигареты углерод полностью окисляется кислородом из воздуха и переходит в такое же количество молекул углекислого газа СО<sub>2</sub>. Если вспомнить, что в каждом молекуле вещества содержится  $\approx 6 \cdot 10^{23}$  молекул (число Авогадро), то получаем, что от одной сигареты образуется 0,5 моля газа СО<sub>2</sub>, который занимает объём около 10 л. (Кстати, выкурив пачку сигарет, курильщик прогонит через свои собственные лёгкие 200 л газообразных продуктов сгорания). Доля каждого из присутствующих в зале при этом окажется несколько меньше — всего 10<sup>17</sup> молекул от той же сигареты (или, другими словами, сто миллионов миллиардов). Желающие могут на досуге самостоятельно попытаться представить себе это число на каких-либо наглядных примерах.

Кроме „газовой“ можно предпринять также „пепловую“ оценку продуктов, любезно предоставляемых курильщиком всем окружающим. Тот дым, который мы можем наблюдать при курении, представляет собой твёрдые аэрозольные частицы (кусочки сажи), образованные из-за неполного сгорания материала сигареты, и имеющие размеры около 1 микрона, то есть 10<sup>-4</sup> см. Тогда, принимая их плотность равной 1 г/см<sup>3</sup>, вес каждой такой частицы будет составлять 10–12 г, а их общее число от сигареты —  $5 \cdot 10^{12}$  частиц. Конечно, таких пепловых частиц в лёгкие каждого присутствующего попадет ещё меньше, чем газовых молекул, — всего 10<sup>6</sup>. Однако, миллион потенциальных очагов воспаления и рака в собственных лёгких, — не так уж и мало. И это от одной (!) сигареты, на каждом (!) вдохе, в 1000-местном (!) зале, и от другого товарища (!). А если сам, пачку, и не открывать в комнате окно?

#### **Типичные ошибки.**

- Все частицы прилипнут к лёгким самого курильщика.
- Дым слабо рассеивается, и все достанется ближайшим соседям.

#### **Нетривиальные версии.**

- Молекулы дыма должны раствориться в воздухе.
- По четвертинке частицы попадет каждому из присутствующих.
- Каждый вдохнет больше дыма, чем сам курильщик.
- Если всем дышать вместе, то они будут дышать до тех пор, пока дыма не останется.

**Критерии оценок.**

Оценка объёмов зал / лёгкие — 1.

Оценка выхода газ / дым (аэрозоль) / пепел — 1.

Другие аэрозоли в атмосфере — 1.

Итого — 3.

**Вопрос № 4.** *Сталкиваются два материка. До какой высоты при этом могут вырасти горы? А за какое время?*

**Ответ.** До 10 км за 1 000 000 лет.

**Комментарий.** Как известно, твёрдая земная кора разделена на многие отдельные литосферные плиты, которые лежат на более пластичном (вязком) подстилающем слое мантии, которая называется астеносферой. За счёт медленных движений вещества мантии Земли, литосферные плиты перемещаются по поверхности тела Земли, подобно льдинам на поверхности потока воды. Естественно, что скорости и направления движений плит не совпадают, из-за чего они могут расходиться или сталкиваться. Типичные скорости движения материковых плит составляют 1–2 см в год, наибольшие — до 10 см/год.

При расхождении литосферных плит образуются так называемые „рифтовые зоны“, подобные узкой и длинной щели в земной коре, окаймлённой с обеих сторон параллельными горными хребтами. Наиболее грандиозными на Земле рифтами являются срединно-океанические хребты, которые тянутся на десятки тысяч километров вдоль центральных линий океанов. Но они скрыты от взгляда толщей воды, лишь в некоторых местах выступают над ней в виде групп островов. На суше примером рифтовой зоны является район озера Байкал. При столкновении литосферных плит они, подобно льдинам при торошении, начинают выталкивать свои края вверх. Если сталкиваются две материковые плиты, образуется так называемая „зона складчатости“, самым выдающимся примером которой является Альпийско-Гималайский пояс. В Гималаях, образованных столкновением Индостана (скорость движения на север около 3 см/год) с Евразией, находится большинство высочайших горных вершин мира (г. Джомолунгма — 8848 м над уровнем моря). Здесь же расположена и грандиозная скальная стена около вершины Дхаулагири, высотой около 3000 м. Если сталкиваются материковая плита (их толщина 20–30 км; самая толстая, — до 40 км, в середине Евразии) и океаническая (толщиной около 5 км), то возникает явление так называемой „субдукции“, когда более тонкая океаническая плита подминается вниз и „подныривает“ под материк, расплавляясь затем в мантии. При этом край материка приподнимается и образует линейный горный хребет, а место погружения океанической плиты на поверхности Земли знаменуется океаническим желобом. Такими двойными системами „хребет—желоб“ практически со всех сторон окружён Тихий океан, потому что на его океанические плиты со всех сторон „наезжают“ другие материки и платформы. Здесь в паре Марианских островов (хребет) и Марианского желоба расположена самая глубокая точка Мирового океана: отметка –11022 м. Однако наибольший перепад высот, соответствующий смыслу

вопроса о максимальной высоте вырастающих гор, находится с другой стороны Тихого океана около Южной Америки, где разница высоты Анд (гора Аконкагуа — 6960 м) и прилегающего Чилийского желоба (максимальная глубина — 8180 м) превышает 15 км (15140 м!).

Оценка времени, которое необходимо для создания подобного типа горных систем, может быть легко сделана из сопоставления высоты гор и скорости движения литосферных плит. При скорости 1 см/год горы смогут „вырасти“ до 10 км за 1 000 000 лет. Таким образом, создание значительных горных систем требует заметного времени, сопоставимого с длительностью геологических периодов. Время же существования глобальных горных систем может составлять десятки миллионов лет.

Более быстрым способом создания гор является вулканизм, когда расплавленная магма через трещины или другие каналы в земной коре выходит на поверхность и, растекаясь и застывая слоями, наращивает высоту образовавшегося вулкана. Самый высокий вулкан на Земле находится в группе Гавайских островов, — вулкан Мауна-Кеа (4205 м над уровнем моря), который возвышается над окружающей океанической плитой (глубина океана около 5500 м) почти на 10 км. (Кстати, самый высокий вулкан Солнечной системы находится на Марсе, — гора Олимп, и имеет высоту 25 км). Естественно, что горы не могут расти до бесконечности; более того, они принципиально не могут превосходить толщину материковых плит (20 км). Однако, существует и другой фактор, ограничивающий максимальную высоту гор ещё более жёстко, — вязкое (полужидкое) основание земной коры, — астеносфера. Она расположена на глубине 35 км, и её возникновение и расположение на этом уровне связано с пределом плавления горных пород, находящихся под давлением вышележащего материка. Любая горная система, достигнув некоторого критического значения, силой своего давления расплавляет подстилающие породы, продавливая их в мантию, и, вследствие этого, сама проседает ниже предельной высоты. Эта величина зависит от силы тяжести на конкретной планете, и составляет для Земли 10–12 км, а для Марса — 25 км. Таким образом можно сказать, что вулканы Мауна-Кеа на Земле и Олимп на Марсе достигают предельной высоты и подниматься больше не могут. Процесс погружения потухших вулканов в мантию можно наблюдать на примере других Гавайских островов и подводных вершин вулканического происхождения, которые являются предшественниками о. Гавайи и расположены цепочкой от него на северо-запад, плавно понижаясь к ложу океана. Возраст всей этой системы вулканов около 5 млн. лет. Кроме этого, всякие горы, поднявшись выше 2–3 км над уровнем моря, неизбежно начинают активно собирать на себя атмосферные осадки, поскольку водяной пар в воздухе при подъеме на высоту охлаждается, конденсируется и выпадает на горы в виде дождя или снега. Образующиеся ледники начинают активно „стачивать“ горные породы, а водные потоки выносят обломочный материал в долины. Горы быстро „стареют“, разрушаются, и приобретают вид пологих возвышенностей. Примером таких гор является Уральский хребет, являющийся „швом“ между Русской платформой и Западно-Сибирской низ-

менностью, возраст которого составляет десятки миллионов лет, а максимальная высота горы Народная — 1896 м.

**Типичные ошибки.**

— Высотой до 1-5 км.

— Горы могут вырасти любой величины и за любое время.

**Нетривиальные версии.**

— Если материка „сильные“, то и горы будут высокие.

— Горы могут вырасти до высоты меньшего материка, поставленного „на попу“.

— Горы растут, растут, а потом уменьшаются и уменьшаются.

**Критерии оценок.**

Геодинамика и тектоника плит — 1.

Скорости движения плит — 1.

Примеры высот горных систем — 1.

Геологические периоды, вулканизм — 1.

Итого — 4.

**Вопрос № 5.** *Как бы Вы у себя дома смогли наглядно показать своему приятелю, что такое невесомость?*

**Ответ.** Проще всего создать динамическую или гидроневесомость.

**Комментарий.** Прежде всего, для дальнейшего правильного ответа на этот вопрос, необходимо разделить физические понятия массы, которой обладают все материальные тела всегда, независимо от внешних условий, и веса, который тела приобретают, будучи: а) помещенными в поле тяготения; б) находясь там в состоянии динамического покоя; и, наконец, в) взаимодействуя при этом с каким-либо иным физическим телом, которое играет роль опоры (подставки или подвеса), и обеспечивает тем самым данный динамический покой. Сила, с которой рассматриваемое тело взаимодействует с опорой, и будет называться весом данного тела в данном поле тяготения.

Поскольку в задаче просят продемонстрировать невесомость, не выходя из дома, то, соответственно, поле тяготения тем самым определено, как поле тяжести на поверхности планеты Земля с ускорением свободного падения  $981 \text{ см/сек}^2$  (космические и лунные станции пока рассматривать не будем). Соответственно, невесомостью будем называть те или иные состояния тел, когда их вес равен нулю (при условии наличия самого тела).

Наиболее распространённой и часто упоминаемой невесомостью является так называемая „динамическая невесомость“, когда рассматриваемое физическое тело находится в равноускоренном движении под действием силы тяжести. Однако, здесь имеется та хитрость, столь же часто упускаемая из виду, что просто свободный полет какого-либо тела куда бы то ни было невесомостью не является, поскольку при этом отсутствует опора (другое не менее физическое тело), сила взаимодействия с которым в процессе полета должна быть равна нулю. Поэтому простое подпрыгивание

или подбрасывание задачу в строгом смысле слова не решает. Часто предлагаемое многими юными исследователями „выбрасывание“ приятеля из окна тем более не способствует конструктивному решению, поскольку в условиях прямо просили не выходить из дому в процессе создания невесомости.

Для продуктивной демонстрации необходимо позволить свободно двигаться не только рассматриваемому телу, но также и его опоре, наблюдая при этом нулевое значение силы взаимодействия между ними. Лучше всего в данном сценарии предоставить свободу движения грузу (только небольшому) на пружинных весах (лучше на безмене, т. к. он удароустойчивее), которые во время непродолжительного полёта явственно покажут своей стрелкой на нулевое значение веса упомянутого груза. Достаточно нагляден и типичный школьный пример с полоской бумаги (например, газетной), зажатой между двумя грузами (например, книгами), свободно выходящей между ними при свободном полёте и рвущейся при других способах её изъятия. Наконец, желающие попрыгать, могут и это себе позволить, посадив приятеля себе на плечи и наслаждаясь его (приятеля) кратковременной невесомостью (при условии обеспечения безопасности окружающих лиц и предметов). Хотелось бы обратить внимание на предложенную одним из участников конкурса весьма интересную и нетривиальную демонстрацию динамической невесомости с помощью конструкций малой упругости, распрямляющихся в полёте.

Другой, не менее распространенной невесомостью является гидроневесомость, обеспечиваемая силой Архимеда в жидких и газообразных средах. Рыбки в аквариуме, чайники в стакане, всевозможные предметы, погруженные в ванную, шарики и мыльные пузыри в воздухе (а за пределами дома, — подводные лодки и дирижабли) являются примерами архимедовой гидроневесомости относительно опоры (воды или воздуха). Нужно заметить, что оба рассмотренных выше типа невесомости активно используются для тренировки космонавтов. Динамическая невесомость создаётся в самолёте, летящем по специальной кривой, близкой к параболе; а гидроневесомость, — в гидробассейне Звёздного городка, где под водой помещается целиком космический корабль или орбитальная станция.

Среди иных сил физической природы, способных компенсировать силу тяжести, промышленное применение имеет электромагнитная невесомость, первоначально реализованная в виде т. н. „гроба Магомета“, а на современном техническом уровне в виде поездов на магнитной подвеске.

Наконец, в качестве определенного курьёза, можно привести пример „фазовой“ невесомости. Если в чайник налить немного жидкой воды и поставить его на огонь, то через некоторое время вес чайника уменьшится на величину ранее налитой воды, присутствие которой, тем не менее, в виде водяного пара будет явственно ощущаться и в чайнике, и в кухне в целом. Аналогичным образом ведет себя „сухой лёд“ (углекислота в твёрдой фазе), используемый в лотках мороженого.

В заключение, исходя из определения невесомости и условий её создания, можно указать также на гравитационные экраны, препятствующие распространению поля тяготения на определенные области пространства, и источ-

ники антигравитации, локально компенсирующие силу тяжести, которые, однако, до настоящего времени не обнаружены и промышленные образцы которых не созданы.

**Типичные ошибки.**

- Подвесить приятеля на люстре.
- Подпрыгнуть с табуретки.
- Поддувать пушинку или шарик вентиляторами.

**Нетривиальные версии.**

- Пусть висит в воздухе без посторонней помощи.
- Поставить приятеля вверх ногами, будет приток крови к голове и он узнает, что такое невесомость.
- Посадить на высокий стол (стул) и быстро сломать все ножки.
- Шарик с малой силой упругости — в полёте распрямится.

**Критерии оценок.**

- Определение масса / вес / невесомость — 1.
- Динамическая невесомость — 1.
- Хорошие примеры динамической невесомости — 1.
- Гидроневесомость — 1.
- Итого — 4.

**Вопрос № 6.** *В космос одинаковым образом запустили два одинаковых спутника: один из них всё излучение поглощает (абсолютно чёрный), а другой — всё отражает (белый или зеркальный). Как они будут отличаться в дальнейшем?*

**Ответ.** Белый и чёрный спутники будут отличаться: а) визуально; б) по температуре; в) по траектории.

**Комментарий.** Самым первым (по времени) и самым „наглядным“ отличием двух спутников будут их визуальные характеристики. Белый, отражающий лучи Солнца, будет виден в качестве ярко светящейся точки, а чёрный виден не будет (только очень редко, в виде тёмного пятнышка на светлом фоне, например на диске Луны, и только со специальной техникой большого увеличения).

Вторым по значимости станет различие их тепловых режимов. Белый спутник, теряя на излучение собственную энергию и отражая всю, падающую на него извне, будет охлаждаться. При отсутствии внутренних источников энергии его температура будет постепенно понижаться. Предельно низким значением температуры спутника является не абсолютный нуль температуры ( $0\text{ }^{\circ}\text{K} = -273,16\text{ }^{\circ}\text{C}$ ), как думают многие, а яркостная температура фона реликтового излучения, равная 2,7 К. Реликтовый фон — это излучение, наблюдаемое в радиодиапазоне, которое образовалось на ранних стадиях развития Вселенной (тогда оно было наоборот очень горячим), затем остыло в процессе расширения Вселенной до нынешней температуры и заполняет собой всё пространство. Соответственно, никакой предмет во Вселенной не может остыть до температур ниже реликтового фона без применения специальных технологий сверхнизкого (гелиевого) охлаждения.



Чёрный спутник, поглощая падающее излучение, будет нагреваться до тех пор, пока поток его собственного излучения, возрастающего вместе с ростом температуры, не сравняется с приходящим потоком. Это состояние называется тепловым равновесием, и для тел, находящихся в космосе под излучением Солнца на расстоянии орбиты Земли, равновесная температура составляет около 300 К. При этом, солнечная сторона спутника будет нагреваться до +150 С, а теневая сторона — охлаждаться до –170 С. На реальных космических объектах для того, чтобы избежать многократных перепадов температур светлой и темной стороны, все поверхности спутников и орбитальных станций покрывают специальным чехлом — термозащитой.

Наиболее тонким и долговременным отличием спутников будет различие динамического давления солнечного света. Всякое электромагнитное излучение обладает импульсом, который передаётся при его поглощении на поверхность экрана. Соответственно, чёрный спутник будет получать при поглощении одинарное значение светового импульса (давления света), а зеркальный, — двойное, т. к. импульс света изменяется им на противоположный. Это различие в силе светового давления в дальнейшем будет приводить к существенному различию траекторий движения двух спутников, из которых зеркальный спутник будет сильнее отклоняться от Солнца на внешнюю сторону планетной системы. Световое давление наиболее явным образом проявляется на форме кометных хвостов, относя их в сторону, противоположную направлению на Солнце. Одним из перспективных технических направлений полета космических аппаратов во внешние районы солнечной системы является разработка конструкций т. н. „солнечного паруса“.

#### **Типичные ошибки.**

- Ничем.
- Белый будет светиться и нагреется.
- Чёрный расплавится и взорвется.

#### **Нетривиальные версии.**

- Тёмный станет радиоактивным.
- Спутник, который все отражает, не сможет лететь.
- Спутники не изменятся, т. к. в космосе нет солнечного света.
- Редко используются спутники темных оттенков.
- Зеркальный спутник будет передавать излучение другим объектам.
- Чёрный станет красным от большой температуры.

#### **Критерии оценок:**

- Визуальные отличия — 1.
- Тепловые отличия — 1.
- Импульс света / динамические отличия — 1.
- Итого — 3.

**Вопрос № 7.** *Как отличить метеорит от простого „земного“ камня?*

**Ответ.** При находке — по коре плавления и другим характерным внешним признакам; при падении — непосредственно.

**Комментарий.** Самым тривиальным вариантом ответа, до которого, однако, догадались очень немногие, является такой: наблюдать метеорит в полёте, поскольку простые земные камни, как правило, не летают. Кстати, это обстоятельство (полёт метеорита) прямо следует из самого названия, т. к. „meteo“ означает атмосферу, а „meteorit“, — это предмет воздушного происхождения, упавший из воздуха, с неба. Метеориты (точнее, метеороиды) — это входящие в атмосферу Земли тела космического происхождения достаточно широкого диапазона масс (от единиц грамм до сотен тонн), из которых наиболее мелкие могут полностью сгореть в атмосфере (это метеоры), а более крупные — достигнуть поверхности Земли (собственно метеориты). Скорость вхождения метеороида в атмосферу составляет от 11 до 72 км/с. При такой скорости за счёт ударов молекул воздуха его поверхность начинает нагреваться, расплавляться, дробиться и испаряться. Температура в метеорной коме (нагретом воздухе рядом с метеороидом) в зависимости от скорости его движения может достигать от 4000 до 15 000 градусов. Из-за малой теплопроводности большинства метеороидов, нагревается и расплавляется только поверхностный слой толщиной 1–2 мм.

За счёт высокой скорости движения метеороид создает в воздухе ударную волну, порождающие сильные звуковые эффекты, а раскалённая метеорная кома видна в качестве ярко светящегося и быстро перемещающегося объекта на небе (так называемый „болид“); так что падения крупных метеоритов невольно привлекают внимание оказавшихся при этом свидетелей. После факта падения на землю метеороид становится метеоритом. Только метеориты, наблюдавшиеся в полёте и подобранные непосредственно после него, принимаются во внимание для последующего определения числа метеоритов различных типов. Если же метеорит обнаружен случайно, т. е. является „находкой“, то у железных метеоритов в этом случае, естественно, намного больше шансов быть подобранными, чем у каменных. Однако, на поверхности любого найденного метеорита можно увидеть прежде всего так называемую „кору плавления“ толщиной 1–2 мм, которой нет у камней земного происхождения. Кроме этого, неравномерность разрушения в потоке воздуха приводит к образованию на поверхности метеорита характерных ямок — каверн с размерами до 2–10% от самого метеорита. Большую определённую может дать анализ внутренней структуры метеорита. Железные метеориты, составляющие около 6% от общего числа метеоритов, более точно можно определить, если отпилить и отшлифовать часть тела, а затем протравить его кислотой. На шлифе проявятся характерные линейчатые узоры, которые носят название „видманштеттеновых фигур“ по имени их открывателя. Эти узоры возникают из-за того, что железные метеориты, состоящие на 98% из никелистого железа, расслаиваются на кристаллические решётки из двух фракций с низким и высоким содержанием никеля. Такое строение встречается только у тел космического происхождения.

Каменные метеориты, составляющие подавляющее большинство в 92%, как правило, состоят в своём объёме из округлых зёрен, размером до 1 см,

которые называются „хондрами“, а данный тип метеоритов — каменными хондритами. Хондры в земных каменных породах также не встречаются. Наиболее тонкими методами установления космической природы того или иного „заподозренного“ камня или куска железа является химический анализ на его элементный и изотопный состав. Весьма нетривиальной, но в принципе справедливой версией ответа является утверждение одного из авторов работ о том, что у метеорита (находки) будет больше бактерий на поверхности, чем внутри.

**Типичные ошибки.**

- Метеорит может летать без помощи человека.
- Метеорит красного цвета.
- Никак; только по химическим анализам.

**Нетривиальные версии.**

- Метеориты часто бывают большие и непонятные.
- У метеорита хвост, вытянутый в прямую линию.
- Метеорит может пробить асфальт.
- Метеорит летит быстрее, чем земной камень.

**Критерии оценок.**

- Внешнее термическое воздействие / корка обжига — 1.
- Типы метеоритов — 1.
- Анализ внутренней структуры — 1.
- Химический и изотопный состав — 1.
- В полете — 1.
- Итого — 5.

**Вопрос № 8.** *Около некоторой звезды есть две планеты: Туманья, полностью покрытая облаками, и Ясния, атмосфера которой полностью прозрачна. Каким образом яснiанцы могут измерить вращение Туманьи? Каким образом туманцы могут измерить продолжительность своих суток и года, а также установить существование Яснии?*

**Ответ.** По вращению плоскости маятника, по суточным вариациям освещённости и приливам, методами радиолокации и с помощью космических аппаратов.

**Комментарий.** Впервые аналогичная задача была предложена академиком П. Л. Капицей о том, как измерить вращение Венеры, которая полностью закрыта облаками. В данном случае предложена наиболее общая формулировка всех аспектов подобной задачи.

Имеется по крайней мере два способа кардинального решения всех этих проблем. Первый из них — это радиоастрономия и радиолокация. Поскольку любые постоянные облака любой из возможных планет образуются атмосферным аэрозолем, то очевидно, что размеры этих капель или частиц не могут быть больше 1 мм (более крупные капли дождя или градины не постоянно висят в воздухе, а падают вниз и вырастают за время их свободного падения). Соответственно, они будут преломлять и рассеивать излучение с равными или меньшими длинами волн (в том числе и видимый

свет с длиной волны  $5500 \text{ \AA} = 0,55 \text{ мкм}$ ), а излучения с существенно большими длинами волн будут проходить свободно мимо них. Поэтому любые планетные облака становятся прозрачными для радиоволн, начиная с сантиметрового диапазона. Сантиметровый диапазон радиоволн также энергетически выгоден и технически наиболее удобен для создания мощных и узких диаграмм приёма или пучков излучения. Соответственно, создав необходимые технические устройства, туманцы могут приступить к занятиям радиоастрономией и наблюдать на радионебе всё, что им угодно, а яснианцы, производя радиолокацию Тумании, по величине и спектру радиосигнала, отражённого от твёрдой поверхности, определить не только период вращения Тумании, но и характерные особенности её поверхности. Именно так в 1960–70-е годы был определён период вращения Венеры, а затем построены подробные рельефные карты её поверхности.

Второй не менее кардинальный способ — это космонавтика. Поскольку ничто не мешает туманцам запускать всевозможные аппараты и телескопы в космос и летать туда самим, они также могут увидеть все, что захотят, выйдя за пределы атмосферы своей планеты. Яснианцы также могут осуществить космическую программу исследований Тумании, аналогичную нашей венерианской программе, и получить все интересующие их сведения непосредственно в атмосфере и на поверхности Тумании. Конечно, нам сейчас, с высот грандиозных достижений нашей науки и техники, всё кажется легко и просто. Однако, во-первых, до этого ещё надо было догадаться и „дорости“, а во-вторых, существуют и другие физические принципы решения этой задачи с поверхности Тумании.

Если вспомнить определения инерциальных и неинерциальных систем координат, то нетрудно сообразить, что всякая планета, вращаясь, становится более или менее неинерциальной системой. В таких системах существует масса динамических явлений, явно отличных от инерциальных систем и позволяющих количественно оценить (измерить) величину этой неинерциальности, то есть скорость вращения планеты в пространстве. Прежде всего, наиболее наглядным и простым для измерения эффектом является поворот плоскости движения маятника в зависимости от скорости вращения планеты и широты места наблюдения (т. н. „маятник Фуко“). Также во вращающихся системах координат на все движущиеся тела действует сила инерции (т. н. „сила Кориолиса“), величину которой также можно измерить, например, измеряя отклонение падающих тел от вертикальной линии. Инерционные кориолисовы силы ответственны, например, за эффект подмывания одного из берегов всех рек (в северном полушарии — правого, а в южном — левого). Кроме этого, за счёт вращения планеты изменяется её форма, и по величине её отклонения от сферы также можно оценить скорость вращения планеты (т. н. „эллипсоид вращения“).

Далее, при любой непрозрачности облачной атмосферы (которая носит название „оптическая толща“), исключаяющей получение изображения центральной звезды, суточные вариации излучения, приходящего на поверхность планеты с неба (день/ночь) останутся и могут быть наблюдаемы, хотя и в существенно ослабленном виде. Степень рассеяния и поглощения

света зависит, как было сказано, от длины волны: более короткие диапазоны света будут сильнее поглощены в верхних слоях атмосферы, а в более длинных она будет прозрачнее.

Наконец, на поверхности планеты будут наблюдаться такие экзотические явления, как приливы. Мы на Земле привыкли к лунным приливам, однако далеко не у всех планет есть столь близкие спутники. В отличие от силы тяготения, которая обратно пропорциональна квадрату расстояния ( $1/R^2$ ), приливная сила является её производной и обратно пропорциональна кубу расстояния ( $1/R^3$ ), поэтому Солнце, например, при равных с Луной угловых размерах и принципиально большей массе вызывает на Земле приливы в 2,5 раза меньшие по амплитуде. Но солнечные приливы вполне наблюдаемы и измеряемы. Аналогично, можно на любой планете наблюдать приливы от центральной звезды и измерять их период (то есть скорость вращения планеты). Теоретически, возможно обнаружение даже взаимных приливов между разными планетами, хотя этот эффект, разумеется, требует очень тонких и точных измерений. Очень малая скорость собственного вращения на Венере вызвана солнечными приливами (сутки на Венере составляют 244 дня и делятся больше (!), чем венерианский год 224 дня), а влияние приливов от Земли вызвало синхронизацию венерианских суток с земным годом таким образом, что Венера, при сближении её с Землёй на орбите, оказывается всегда повернута к Земле одним и тем же „боком“.

В заключение целесообразно подчеркнуть, что все инерциальные эффекты на поверхности вращающейся планеты определяется её вращением относительно „неподвижных звёзд“, то есть внешней системы координат (такой период вращения называется сидерическим), а суточные эффекты и приливы — вращением относительно звезды или другой планеты (синодический период).

#### **Типичные ошибки.**

— Наблюдать скорость движения облаков.

#### **Нетривиальные версии.**

— Туманцы должны сделать так, чтобы облака выпали в виде осадков.

— На таких планетах, как Тумания, жизнь будет только в виде простейших организмов, не способных к размышлениям.

— На Тумании будет парниковый эффект, а на Яснии — резкие колебания температуры.

— Облака на Тумании будут сплющены к полюсам.

#### **Критерии оценок:**

Суточный цикл интегрального потока излучения — 1.

Инерционные системы / маятник Фуко — 1.

Радиолокация — 1.

Космонавтика — 1.

Приливы — 1.

Итого — 5.

**Вопрос № 9.** Если к нашему Солнцу добавить ещё одно такое же (изнутри), что будет? А ещё одно? А ещё?

**Ответ.** Увеличение массы Солнца приведёт к увеличению его температуры, радиуса, светимости, изменению цвета в сторону белого, сокращению времени жизни. Планеты станут существенно ближе, значительно более ярко освещены и нагреты.

**Комментарий.** Прежде всего необходимо заметить, что данный вопрос предполагает мысленный эксперимент, поскольку любые реальные процессы взаимодействия звёзд с окружающей средой друг с другом происходят, естественно, только с поверхности. Однако, здесь мы не будем касаться возмущений поверхностных слоёв звезды.

Главным параметром, определяющим все внешние характеристики звезды (температуру, цвет, светимость, радиус), является масса звезды. Таким образом, смысл данного вопроса сводится к тем изменениям, которые влечет за собой увеличение массы звезды, например нашего Солнца.

Солнце относится к „главной последовательности“ звёзд, которые родились из протозвёздного газо-пылевого облака и внутри которых в условиях плазменной среды происходят термоядерные реакции превращения водорода в гелий. Звёзды, существующие на главной последовательности, находятся в первой, наиболее спокойной стадии своей эволюции, и их видимые параметры достаточно плавно изменяются при изменении их массы. В таблице приведены изменения поверхностной температуры, спектрального класса, радиуса, светимости и времени жизни (на главной последовательности) для звёзд с массами 1, 2, 3 и 4 массы Солнца.

Масса, ед. Солнца	Температура, градусы К	Спектральный класс / цвет	Радиус, ед. Солнца	Светимость, ед. Солнца	Время жизни, лет
1	5900	G5 / жёлтый	1	1	10 000 000 000
2	8200	A5 / желтоватый	1,7	14	600 000 000
3	12500	A0 / белёсый	2,4	54	200 000 000
4	14000	B8 / белый	3,0	120	100 000 000

Даже на этом примере хорошо видны основные зависимости: при увеличении массы несколько увеличивается радиус звезды, меняется её цвет от жёлтого к белому (а затем и до голубого), увеличивается температура её поверхности, и очень резко возрастает её светимость. Более массивные звёзды при больших температурах активнее сжигают водород, ярче светят, но зато и меньше живут.

В дальнейшем массивные звёзды „распухают“, увеличиваясь в размерах до красных гигантов,

а затем взрываются, как сверхновые звёзды.

Что касается нашего Солнца, то оно также покраснеет и раздуется в размерах примерно до орбиты Юпитера. Однако, это произойдёт очень не скоро, — примерно через 6 миллиардов лет.

Для нас, жителей Земли, любое увеличение массы Солнца приведёт к двум крайне неприятным последствиям. Во-первых, резко уменьшатся

орбиты всех планет, и они станут ближе к Солнцу. А во-вторых, увеличение его яркости приведёт к катастрофическому увеличению температуры на поверхности планет, потере всех океанов и атмосферы, и невозможности продолжения жизни на Земле в её нынешних формах.

**Типичные ошибки.**

— Ничего не изменится, как если взять пакет и положить ещё два в него.

— Это невозможно, т. к. Солнце не полое.

**Нетривиальные версии.**

— Будет белая горячка.

**Критерии оценок.**

Изменение всех параметров звезды от массы — 1.

Рост температуры — 1.

Изменение цвета — 1.

Рост светимости — 1.

Рост радиуса — 1.

Уменьшение орбит планет — 1.

Рост температуры планет — 1.

Общая эволюция массивных звёзд — 1.

Итого — 8.

**Вопрос № 10.** *Все звёзды очень разнообразные: бывают красные и голубые гиганты, жёлтые и коричневые карлики, и всякие другие. Отчего это зависит? Бывают ли зелёные, сиреневые, или, например, пятнисто-полосатые звёзды?*

**Ответ.** Цвет звезды зависит от её массы и, соответственно, температуры. Меньшие звезды холоднее и краснее, а большие — горячее и имеют белый или голубой цвет. Произвольных цветов у звёзд не бывает, а пятна или полосы возможны.

**Комментарий.** Как известно, любая звезда (по крайней мере те, что находятся на „главной последовательности“, и гиганты),

представляет собой раскалённый газовый шар. Точнее говоря, звезда — это плазменный шар, поскольку все атомы в звёздах находятся в той или иной степени ионизации. В недрах звёзд идут термоядерные реакции превращения ядер водорода в ядра гелия, и при этом высвобождается энергия около 6 Мэв/нуклон. Силы гравитации стремятся сжать всё вещество звезды в точку, а термодинамическое давление горячей плазмы и световое давление поднимающегося излучения удерживают звезду в равновесии.

При этом все видимые параметры звезды (её температура, радиус, светимость, цвет) определяются по сути одним параметром, — массой того вещества из первоначального газо-пылевого облака, которая, собравшись в один объём, образовала данную звезду. Массы звёзд могут варьироваться от 0,01 до 100 масс Солнца, и при этом естественно, что маленькие и большие звёзды будут очень разными.

Масса звезды определяет не только её размер, что можно интуитивно ожидать (чем массивнее звезда, тем её радиус больше), но также и тем-

пературу и давление в центре звезды, а соответственно и скорость термоядерных реакций в ней. Поэтому более массивные звёзды горячее, они ярче светят, но зато и быстрее расходуют свои запасы „топлива“. Пример зависимости параметров звезды от её массы приведён в таблице (все параметры в единицах Солнца, температура в градусах, время жизни — в годах):

Масса	Радиус	Температура, °K	Цвет	Светимость	Время жизни, лет
0,1	0,11	2600	Тёмно-красный	0,001	1 000 000 000 000
0,8	0,85	5200	Жёлтый	0,4	150 000 000 000
7	3,9	15400	Белый	830	30 000 000
60	14	44000	Голубой	790000	3 000 000

Из таблицы видно, в частности, как резко увеличивается светимость звёзд и падает их время жизни.

Ограничения на возможные цвета звёзд требуют некоторого пояснения. Дело в том, что все звёзды светят, во-первых, собственным внутренним светом (а не как планеты — отражённым), а во вторых, звёзды светят как „абсолютно чёрные тела“ (не надо путать с телами, покрашенными чёрной краской). Абсолютно чёрное тело — это физическая модель тела, которое поглощает все кванты излучения, падающие на него, а излучает в свою очередь свет равномерно в виде непрерывного спектра, без каких-либо спектральных линий. Спектр излучения такого тела описывается „кривой Планка“, имеющей максимум в некоторой области длин волн, и уменьшающейся как в сторону длинных волн (инфракрасное и радиоизлучение), так и в сторону коротких волн (ультрафиолетовое, рентгеновское и гамма-излучение). Известно также, что максимум излучения зависит от температуры тела и смещается в сторону более коротких волн при его нагревании (закон Вина). Поэтому максимум излучения звёзд при повышении их температуры смещается от инфракрасной области через видимый свет к ультрафиолетовому, а их видимое излучение имеет либо красный избыток и более тёмное, либо голубой избыток и более яркое. Цвета звёзд изменяются при этом в следующей последовательности: коричневый, тёмно-красный, красный, оранжевый, жёлтый, белый, голубой.

Отличие от 7 цветов обычной радуги (красный, оранжевый, жёлтый, зелёный, голубой, синий, фиолетовый) состоит в том, что радуга сама является спектральным разложением только видимого диапазона света (см. комментарий к вопросу № 2 на странице 23), и её цвета представляют собой очень узкие спектральные полосы. Поскольку звёзды светить в узких полосах не могут, то соответственно и не бывает звёзд ни зелёных, ни сиреневых, ни каких-либо иных цветов, образованных из цветов радуги или их комбинаций.

Что же касается пятнисто-полосатых звёзд, то, как справедливо заметили многие участники конкурса, для этого необходимо создание различных температур в различных частях звезды. Как это ни парадоксально, но такие ситуации могут случаться. Ближайшим примером такой пятнистой звезды является наше Солнце, пятна на котором образованы обла-



стями магнитных аномалий и имеют понижение температуры с 6000 до 4500 градусов, что уменьшает поток излучения в 3 раза. На некоторых других звёздах, изображение дисков которых на сегодняшний день получено, также наблюдаются аналогичные локальные образования, связанные с неоднородностями температурных условий на поверхности. Например, на поверхности звезды Бетельгейзе наблюдались потемнения с размерами до трети диаметра звезды и связанные, по-видимому, с крупномасштабной турбулентностью. Наконец, звёзды, входящие в тесные двойные системы, демонстрируют эффекты нагревания большей звезды с одного из боков за счёт излучения соседа, а также значительные отклонения от сферической формы за счёт приливных эффектов.

Все газовые звёзды вращаются дифференцированно, так что их экваториальные части обгоняют приполярные районы, и чтобы создать полосатую звезду, необходимо кроме выраженного дифференцированного вращения организовать и температурные различия в этих полосах. Хотя такая схема динамики реально наблюдается только на Юпитере (который не дотягивает по массе до звезды), тем не менее, это возможно. Во всяком случае, звёзды, окружённые протопланетными дисками, со стороны будут наблюдаться именно в виде звезды с тёмной полосой (одной) вдоль экватора.

#### **Типичные ошибки.**

— Вариации температуры могут привести к всевозможным расцветкам звёзд.

— Цвет звезды зависит от удаленности или близости к Солнцу.

#### **Нетривиальные версии.**

— Звёзды покрыты водой и сушей и могут быть какого угодно цвета.

— Сиреневых нет, т. к. синий цвет с красным в звёздах не смешивается.

— Зелёные могут быть, как переходное состояние между синими и жёлтыми.

— Цвет звёзд — это обман зрения.

— В природе вообще нет цветов.

— Звёзды сталкиваются с другими звёздами и меняют цвет.

#### **Критерии оценок:**

Зависимость от массы — 1.

Зависимость от температуры — 1.

Цвета абсолютно чёрного тела — 1.

Пятна на Солнце — 1.

Несимметричные и пятнистые звёзды — 1.

Полосатые (дифференциально вращающиеся), Юпитер — 1.

Итого — 6.

**Вопрос № 11.** *Когда и где начнётся 3-е тысячелетие? Можно ли это событие „увидеть“?*

**Ответ.** 3-е тысячелетие начнется в общегражданском смысле в 0 ч 0 м 0 сек 01 января 2001 года на линии перемены дат, а в астрономическом смысле — 22 декабря 2000 года в день зимнего солнцестояния. Увидеть это можно в Антарктиде.

**Комментарий.** Чтобы ответить на этот вопрос, рассмотрим, как исчисляются „моменты времени“ в настоящее время.

Прежде всего, в современной системе отсчёта времени каждый момент времени не может быть охарактеризован одним числом. Для отсчёта моментов времени используется сложная и составная шкала, содержащая несколько независимых циклов (годы / месяцы / дни / часы, минуты, секунды). Например, момент времени, соответствующий полуденному выстрелу пушки Петропавловской крепости 1 мая этого года, может быть обозначен следующим образом: 1999 года, Мая месяца, 01 числа, 12 часов, 00 минут, 00,00 секунд Московского (декретного, летнего) времени.

Естественно, что каждый из этих циклов помимо природной основы имеет много исторических „наслоений“. Причём надо отметить, что в каждом из этих циклов также имеются различные „правила“ для его продолжительности, точки начала отсчёта внутри цикла, точки начала отсчёта числа циклов, и взаимосвязи с меньшими и большими циклами. Сюда входит исчисление секундных интервалов, включая введение „дополнительных“ секунд; исчисление часов, минут и секунд по 60-ричной системе, включая систему поясного времени; исчисление дат и месяцев с учётом проведённых календарных реформ; исчисление лет и веков; исчисление длительных интервалов времени, в том числе тысячелетий.

Все эти сложности происходят по одной простой причине: длительность оборота Земли вокруг своей оси (сутки) и длительность её оборота вокруг Солнца (год) никаким образом не совпадают и не соотносятся.

*1. Установление продолжительности интервала „1 секунда“.* Как известно, временной интервал, соответствующий 1 обороту Земли вокруг своей оси, то есть сутки, равномерно разделен на 24 часа, затем каждый час на 60 минут, а каждая минута на 60 секунд. Таким образом, 1 секунда составляет  $1/86\,400$  часть периода обращения Земли вокруг оси.

В современном мире именно секунда является базисной единицей измерения времени, и в этом качестве она входит во все физические и технические единицы и системы измерений (система СИ). Однако, в связи с неравномерностью движения Земли по орбите вокруг Солнца, используется не „истинное солнечное время“, а так называемое „среднее“, на основе которого построена шкала всемирного времени. Эта шкала имеет многие технические реализации единицы времени на основе атомных стандартов (цезиевых и водородных), лучшие образцы которых способны хранить время с относительной ошибкой  $10^{-16}$ .

Однако, из-за неравномерности вращения Земли вокруг своей оси и её векового замедления, постепенно накапливается разница между астрономическим (эфемеридным) и атомным (равномерным) временем. Для исправления этой разницы в определенные дни (как правило, в Новый Год полночь 31 декабря) вводится „дополнительная секунда“, которая тем самым удлиняет этот день и этот год.

2. *Установление системы поясного времени.* В 1884 году на международной конференции в Вашингтоне была достигнута договоренность о введении системы часовых поясов и линии перемены даты. Вся поверхность земного шара разделяется на 24 часовых пояса по  $15^\circ$  по долготе. При этом во всех точках каждого часового пояса устанавливается время, совпадающее с Всемирным (гринвичским) временем в минутах и секундах и отличающееся от него на целое число часов, равное разности долгот среднего меридиана данного часового пояса и 0-го (гринвичского) меридиана. Границы часовых поясов устанавливаются органами государственного управления (для РФ — на уровне федерального правительства) с учётом государственных и административных границ, местонахождения административных центров и т. д.

3. *Линия перемены дат.* Проведение международной линии перемены дат также учитывало эти обстоятельства. От Северного полюса эта линия спускается по  $180^\circ$  меридиану до  $75^\circ$  сев. широты, затем поворачивает на юго-восток и выходит на меридиан  $191^\circ 01' 23''$  вост. долготы и  $70^\circ$  сев. широты, то есть на  $11^\circ 01' 23''$  смещена в западное полушарие. Затем по меридиану  $191^\circ 01' 23''$  вост. долготы опускается до  $66^\circ$  сев. широты, повторяя границу, установленную Договором, заключённым между Россией и Северо-Американскими соединёнными штатами в Вашингтоне 18(30) марта 1867 года об уступке Российских северо-американских колоний, и подтверждённую Соглашением между СССР и США о линии разграничения морских проливов (Вашингтон, 1 июля 1990 г.). Затем линия перемены дат поворачивает на юго-запад и проходит между Командорскими и Алеутскими островами до точки с координатами  $168^\circ$  вост. долготы и  $52^\circ 30'$  сев. широты. Из этой точки линия перемены дат южнее Алеутских островов вновь уходит на юго-восток до меридиана  $180^\circ$  на  $47^\circ$  сев. широты и опускается вниз до  $5^\circ$  южной широты по меридиану  $180^\circ$ . Далее вновь уходит на юго-восток до границы между 12 и 13 часовыми поясами, то есть  $187^\circ 30'$  вост. долготы на  $15^\circ$  южной широты и идёт по этому меридиану до  $45^\circ$  юж. широты. Затем поворачивает на юго-запад и на  $50^\circ$  южн. широты вновь возвращается на меридиан  $180^\circ$  и уже по нему опускается до Южного полюса. В результате подобного проведения линии перемены дат 12-ый часовой пояс оказался разделён на части, в которых не сохраняется один из основных принципов Вашингтонской конференции — сохранение в пределах одного часового пояса одинакового времени.

4. *Установление декретного времени.* Декретом Совнаркома СССР от 16.06.1930 года во всей стране было введено так называемое „декретное время“, по которому стрелки часов были переведены на 1 час вперёд, и тем самым разница времени между 11-м часовым поясом и 0-м часовым поясом составляла 12 часов. Постановление Кабинета Министров СССР от 04.02.1991 г. №20 отменило „декретное“ время, однако в том же году Постановлением Совета республики Верховного Совета РСФСР №1790-1 от 23.10.1991 г. оно вновь было восстановлено.

5. *Установление летнего времени.* Во многих странах мира, в том числе и в России, введена система „летнего“ времени, при которой весной (как правило, в последнее воскресенье марта) часовая стрелка переводится на 1 час вперёд, а осенью (как правило, в последнее воскресенье октября) — на 1 час назад.

6. *Установление точки начала отсчёта года.* Изначально у многих народов мира отсчёт начала года вёлся от дня весеннего равноденствия. В 153 г. до н. э. жрецы Римской республики с целью скорейшей отправки тогдашнего консула на войну в Испанию перенесли день начала годового срока консульства с 1 марта на 1 января (видно, консул им сильно надоел). В 46 г. до н. э. в рамках реформы календаря Юлия Цезаря начало года в гражданском календаре также было перенесено на 1 января. За годы после крушения Римской империи сам собой в Европе произошёл возврат к отсчёту начала года от весеннего равноденствия. В 1582 г. (4 октября) был введён Григорианский календарь, и произошла подвижка календаря на 10 дней вперёд, а в 1622 г. (1 января) Папская канцелярия перенесла точку начала отсчёта года с 25 марта. (как было у папы Григория) вновь на 1 января. В России год начинался также в день весеннего равноденствия, затем с 14 века начало года стали отсчитывать с 1 сентября, но в 1700 г. (1 января) вышел указ Петра 1-го о переносе даты нового года также на 1 января. Наконец, в 1918 г. (14 февраля) РСФСР и Финляндия полностью перешли на „григорианский“ календарь (новый стиль), потеряв при этом уже 14 дней.

7. *Установление начального момента исчисления количества лет.* Большинство мировых религий отсчитывает годы „от сотворения мира“. Иудейская эра отсчитывается от 7 октября 3761 г. до н. э. Византийская (православная) эра начинается от 1 сентября 5508 г. до н. э.; и в 988 г. при крещении князем Владимиром Святославовичем на Руси также введено византийское летоисчисление „от сотворения мира“. В Римской империи применялись следующие летоисчисления: „от основания Рима“ — от 21 апреля 753 г. до н. э. и „эра Диоклетиана“ — от 29 августа 284 г. Католическая церковь сначала использовала летоисчисление от года начала преследования Диоклетианом христиан, а во время правления папы Бонифация 2 (22 сентября 530 г. – 17 октября 532 г.) было постепенно введено в действие ныне существующее летоисчисления „от Рождества Христова“. В основу его легли расчёты нижнедунайского монаха Дионисия Малого. Дата рождения Христа была установлена на 784 г. от основания Рима. Указом Петра 1 от 1700 г. (1 января) Россия также перешла на летоисчисление от Р. Х. и с этого времени мы празднуем Новый Год („В знак доброго начинания и нового столетнего века поздравлять друг друга в веселии с Новым годом.“ — Пётр 1).

8. *Историческая шкала летоисчисления.* По современным историческим оценкам, для того чтобы соответствовать описываемым событиям и персонажам, Иисус Христос должен был родиться не позднее 4 г. до н. э. Кроме этого, в общепринятой исторической шкале летоисчисления отсутствуют 0-й год и 0-й век.

9. *Исчисление длительных интервалов времени, в том числе тысячелетий.* Для того, чтобы при анализе веземных событий не путаться в многочисленных календарных реформах, годах, месяцах и прочем, в астрономии введена непрерывная шкала счёта суток, которая введена на дату реформы Юлия Цезаря и называется „юлианские дни“. Исчисление же числа лет для всей планеты Земля в целом вполне целесообразно вести от момента солнцестояния до следующего солнцестояния (тем более, что Рождество Христово 2000 лет назад произошло в день зимнего солнцестояния). Можно применить также и исчисление числа оборотов Земли вокруг Солнца — от перигелия до перигелия земной орбиты. Как уже отмечалось, все проблемы исчисления моментов времени вызваны тем, что суточный, месячный и годовой интервалы (т. е. периоды обращения тела Земли вокруг своей оси, относительно Луны и Солнца) полностью несоразмерны. Поэтому для точной датировки тех или иных исторических событий или предметов используется привязка календарей различных цивилизаций по астрономическим явлениям, а также методы дендрохронологии (по древесным стволам) и радиоактивационный анализ. При этом историческая и археологическая шкалы времени, построенные на изотопной датировке, имеют ограниченную точность.

10. *Где, когда и как встречать 3-е тысячелетие?* Исходя из вышесказанного видно, что в соответствии с установленным в настоящее время порядком исчисления поясного времени новая календарная дата (также как и третье тысячелетие в общегражданском смысле) появится одновременно на всей территории РФ, которая лежит восточнее границы между 10 и 11 часовыми поясами, то есть на территории Чукотского автономного округа и Камчатской области в момент времени 2001 года Января месяца 01 числа 00 часов 00 минут 00.0 секунд поясного времени. В тот же момент это событие отметят также жители 12-го часового пояса на Маршалловых островах, о. Фиджи, в Новой Зеландии, о. Окленд и Маккуори. Раньше всех на земном шаре будут встречать эту дату жители на островах Чатем (Новая Зеландия), так как, находясь географически в 12 часовом поясе, они живут по времени на +12 ч 45 м отличающегося от Всемирного (гринвичского). Так что они встретят новое тысячелетие на три четверти часа раньше всех. Встреча 3-го тысячелетия на Чукотке на 15 мин. раньше в системе поясного времени была бы возможной в случае восстановления на территории РФ 12-го часового пояса.

Если рассматривать вопрос о начале суток с астрономической точки зрения, то необходимо иметь в виду следующее. Во всех точках данного меридиана начало местных суток начинается одновременно и совпадает с моментом нижней кульминации истинного Солнца. Это явление носит название истинной полуночи. Чем восточнее находится меридиан наблюдателя (его местоположение), тем раньше у него наступает истинная полночь. Поскольку восточная долгота наблюдателя ограничивается международной линией перемены даты, то с этой точки зрения самой восточной точкой суши является восточная оконечность о. Ратманова (Большой Дио-

мидов остров) с координатами  $191^{\circ}00'$  восточной долготы и  $65^{\circ}48'$  северной широты, а для морского (воздушного) наблюдателя — восточная граница территориальных вод РФ на меридиане  $191^{\circ}01'23''$  вост. долготы.

Естественно, что в момент полуночи ничего необычного увидеть в буквальном смысле слова нельзя. Однако, желающие именно „увидеть“ момент наступления нового тысячелетия могут себе это позволить, если в указанный момент времени будут находиться на линии перемены дат от Южного полюса примерно до Южного полярного круга. На этой линии полночь будет вполне видна в виде нижней кульминации Солнца (прохождение Солнца через меридиан Гринвича). Все, кто окажется в полдень 31 декабря 2000 г. на меридиане Гринвича (0 градусов долготы) также вполне смогут увидеть у себя верхнюю кульминацию Солнца и порадоваться за антарктических и чукотских товарищей, которые новое тысячелетие уже встретили. Кроме этого, как было ранее отмечено, начало тысячелетия, как продолжительного интервала времени, целесообразно привязывать не к датам и моментам времени общегражданского календаря в той или иной местности, а к моменту зимнего солнцестояния, которое является началом астрономического года для всей планеты в целом, и к которому отнесено событие Рождества Христова. В данном контексте момент начала 3-го тысячелетия соответствует моменту зимнего солнцестояния 2000 года, который приходится на 22 декабря 2000 г.

#### **Типичные ошибки.**

- 3-е тысячелетие начнется через 1000 лет.
- В 23 часа 59 минут 59 секунд 2999 года на 0 меридиане.
- увидеть можно: это будет первый восход Солнца в 2000 году на Камчатке.
- В Японии, т. к. это страна восходящего Солнца.
- На 1-м часовом поясе.
- В каждой стране отдельно. В её восточной части.
- Если смотреть на часы с секундной стрелкой.

#### **Нетривиальные версии.**

- Время — это абстрактное понятие.
- Мы же не можем увидеть время!
- На Красной площади будут бить часы.
- Начнется в Лондоне.
- Сначала в космосе, а потом на Северном полюсе.
- Визуальное наблюдение — полночное положение Луны.

#### **Критерии оценок:**

- Поясное время — 1.
- Линия перемены дат — 1.
- Координированное время — 1.
- Календарные реформы — 1.
- Начало года (равноденствие, солнцестояние) — 1.
- Местный полдень на обратной долготе — 1.
- Итого — 6

## Конкурс по физике

### Задания

На листе с заданием было приведено следующее разъяснение:

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

1. (7–9) Спортсмены бегут колонной длиной 70 м со скоростью 20 км/ч. Навстречу бежит тренер со скоростью 15 км/ч. Каждый спортсмен, поравнявшись с тренером, разворачивается и начинает бежать назад с той же скоростью 20 км/ч. Какова будет длина колонны, когда все спортсмены развернутся?
2. (7–9) Водитель заметил, что капли дождя на лобовом стекле при движении машины ведут себя по-разному: одни сползают вниз, а другие под напором встречного ветра ползут вверх (машина движется, а „дворники“ не работают). Но ветер для всех капель один и тот же; в чём разница?
3. (7–11) Некто, заглянув в объектив лазера (и грубо нарушив при этом правила техники безопасности; к счастью, лазер был выключен), увидел странную картинку, очень похожую на биологический объект. Что бы это могло быть? Этот лазер (если его включить) светит красным цветом.
4. (7–9) Вертикальную трубу большого диаметра, закрытую снизу (дно) наполнили водой и наклонили на угол  $30^\circ$ . После этого на поверхность воды пустили маленький кораблик и начали медленно выпускать воду через отверстие в дне. Как будет двигаться кораблик (вертикально вниз или ещё как-нибудь)?
5. (10–11) Человек рассматривает страницу тетради в линейку одним глазом через лупу. Расстояние между линейками на листе тетради равно  $s$ , расстояние между глазом и тетрадкой постоянно и равно  $h$ . Постройте график зависимости расстояния  $s_1$  между линейками на изображении страницы в лупе от расстояния  $x$  между лупой и страницей. Фокусное расстояние лупы равно  $f$ .
6. (8–10) Известный биолог Кифа Мокиевич обнаружил новый вид плесени, обладающей удивительным свойством бесследно поглощать тепло. Для проверки кусочек плесени бы помещён в сосуд, практически полностью теплоизолированный от окружающей среды, температура внутри контролировалась с помощью термопары. Во время экс-

перимента специальная комиссия убедилась, что со временем температура в сосуде действительно уменьшилась более чем на  $1^\circ\text{C}$ . После этого сосуд был открыт и с помощью самых точных и современных приборов было установлено, что температура внутри действительно ниже комнатной. Посоветавшись, комиссия подтвердила открытие Кифы Мокиевича. А вы?

7. (7–8) Погрешность измерения объёма воды с помощью мензурки считают равной половине цены деления шкалы мензурки. Почему, ведь деление шкалы обычно можно разделить на глаз не на 2, а большее число частей (например на 3 или даже 4)?
8. (8–10) Спираль электроплитки включили и измерили её сопротивление. Затем распрямили, включили и вновь измерили сопротивление. Одинаковы ли полученные значения, а если нет, то какое больше и почему?
9. (8–11) Имеется длинная U-образная трубка, наполненная водой. По одной из её вертикальных трубок всплывает большой пузырь воздуха (радиус шарика с таким же, как у пузыря, объёмом больше радиуса трубки.) В какой из двух трубок уровень воды больше?
10. (9–11) Шершавый стержень радиуса  $r_1$  может свободно вращаться вокруг закреплённой оси (ось проходит через центры кругов, являющихся торцами стержня). К нему прижат другой, закреплённый таким же образом и тоже шершавый, стержень радиуса  $r_2$ . Угол между стержнями (их осями)  $\alpha$ . Второй стержень вращают вокруг своей оси с угловой скоростью  $\omega_2$ . С какой угловой скоростью  $\omega_1$  при этом вращается первый стержень?
11. (8–11) „Комета вращается по вытянутой эллиптической орбите вокруг Звезды, причём звезда находится в одном из фокусов эллипса“, — прочитал Незнайка в научно-популярной книжке. „Интересно, — подумал он, — если в другом фокусе этого эллипса поместить точно такую же звезду, то форма орбиты не поменяется, ведь она будет правильной как с точки зрения первой звезды, так и второй“. Правильно ли рассуждает Незнайка? Если в его рассуждениях есть ошибки, укажите, какие именно.
12. Некто предложил новый способ запуска ракет. Вместо того, чтобы запускать их вверх, он рекомендовал отпускать ракеты вниз по направляющим (рельсам), образующим полуокружность большого радиуса  $R$ , расположенную в вертикальной плоскости. В некоторый момент движения по направляющим следовало включать двигатель. Автор утверждал, что при таком запуске высота  $H_2$  подъёма ракеты будет превышать высоту  $H_1$ , достижимую при обычном запуске (вертикально вверх; с таким же двигателем).



а) (9–11 классы) При нахождении ракеты в каком именно месте желоба следует включить двигатель, чтобы высота  $H_2$  подъёма ракеты оказалась максимальной?

б) (8–11 классы) Откуда берётся дополнительная энергия, чтобы высота увеличивалась?

## Ответы на задания конкурса по физике

1. Определим время, в течении которого колонна будет разворачиваться, то есть время между моментами встречи тренера с первым спортсменом и встречи тренера с последним спортсменом. После встречи тренера с первым спортсменом тренер и последний спортсмен бегут навстречу друг другу со скоростями 15 км/ч и 20 км/ч соответственно, первоначальное расстояние между ними — 70 м. Следовательно, встретятся они через время  $t = \frac{70 \text{ м}}{15 \text{ км/ч} + 20 \text{ км/ч}} = \frac{70 \text{ м}}{35 \text{ км/ч}}$ . За это время тренер убежит от места встречи с первым спортсменом на расстояние  $t \cdot 15 \text{ км/ч} = \frac{70 \text{ м}}{35 \text{ км/ч}} \cdot 15 \text{ км/ч} = 70 \text{ м} \cdot \frac{3}{7}$ , а сам первый спортсмен — на  $t \cdot 20 \text{ км/ч} = \frac{70 \text{ м}}{35 \text{ км/ч}} \cdot 20 \text{ км/ч} = 70 \text{ м} \cdot \frac{4}{7}$ .

Разница между этими расстояниями  $70 \text{ м} \cdot \frac{4}{7} - 70 \text{ м} \cdot \frac{3}{7} = 70 \text{ м} (\frac{4}{7} - \frac{3}{7}) = 70 \text{ м} \cdot \frac{1}{7} = 10 \text{ м}$  и есть длина колонны после разворота.

2. Разница в размере капель. Вертикальная составляющая силы, действующая на каплю, складывается из компоненты, обусловленной встречным потоком воздуха (направлена вверх) и силой тяжести (направлена вниз). Первая компонента примерно пропорциональна площади капли (на самом деле площади сечения капли, перпендикулярного потоку воздуха, но это не очень важно), а вторая — массе, а значит, объёму. То есть первая растёт как квадрат линейных размеров, а вторая — как куб. Понятно, что найдётся такая скорость машины (следовательно, встречного потока воздуха), при которой крупные капли сползают вниз, а мелкие ползут вверх.

Капли, падающие сверху, могут некоторое время по инерции двигаться вниз, а затем под действием силы трения о поток воздуха, развернуться.

Многие школьники написали, что перед лобовым стеклом движущегося автомобиля создаются хаотические турбулентные вихри, беспорядочно двигающие капли в разные стороны. Такой ответ нельзя признать полностью правильным. Все современные автомобили спроектированы таким образом, чтобы избежать образования этих вихрей, в противном случае, например, эксплуатация такого автомобиля в зимнее время станет невозможной — лобовое стекло тут же залепит снегом.

3. Лазер состоит из активной излучающей среды, ограниченной параллельными прозрачным и полупрозрачным зеркалами. Этот некто увидел отражение фрагмента своего глаза в полупрозрачном зеркале. Так как луч лазера и, значит, объектив имеют маленький диаметр, виден именно фрагмент глаза, по изображению которого догадаться об этом непросто. Во многих лазерах используются зеркала, рассчитанные только на определённую длину волны света (ту, на которой излучает лазер). Поэтому

в условии и дано пояснение, что цвет излучения лазера — красный, это значит, что его зеркала отражают свет оптического диапазона.

**4.** Кораблик будет двигаться „по течению“ вдоль трубы (параллельно её оси). Очевидно, что вода, находящаяся около стенок, будет течь параллельно стенкам („больше ей некуда деваться“). По той же причине слои воды, находящиеся чуть дальше от стенок, будут перемещаться параллельно слоям, непосредственно примыкающим к стенкам, и т. д. В условии специально оговаривается, что воду выпускают медленно, иначе могут появиться вихри и движение воды и кораблика станет существенно сложнее.

**5.** Когда расстояние между лупой и тетрадью равно 0, лупа не оказывает на изображение никакого влияния и мы видим его в натуральную величину. (Реально, т. к. лупа имеет толщину, если её положить на тетрадный лист, мы увидим его с небольшим увеличением). Затем, по мере удаления лупы от тетради увеличение возрастает, затем, в какой-то момент мы перестаем видеть изображение вообще, далее наблюдается уменьшенное перевернутое изображение, по мере приближения лупы к глазу оно становится всё более уменьшенным.

**6.** Кифа Мокиевич допустил методическую ошибку при постановке своего эксперимента и неправильно интерпретировал результаты.

Всё дело в том, что термopаpa вырабатывает электрический ток (по напряжению на ней мы и судим о её температуре) за счёт тепловой энергии среды, в которой она находится. Поэтому с помощью термopар нельзя контролировать температуру теплоизолированных объектов с маленькой теплоёмкостью — их температура в результате может существенно измениться. Или же количество теплоты, поглощённое термopарой, следует учитывать при интерпретации результатов опытов.

**7.** На измерительные приборы (в том числе мензурки) шкалу наносят таким образом, чтобы абсолютная погрешность измерения оказалась равной половине цены деления нанесённой шкалы. Сама эта погрешность возникает по многим причинам, в числе которых безусловно есть и погрешность наблюдения шкалы, но эта причина обычно не является основной. Для мензурки, например, более существенны капиллярные эффекты у стенок и геометрические дефекты сосуда, из которого сделана мензурка. В отдельных случаях измерения всё же можно провести с меньшей погрешностью, чем та, на которую рассчитан прибор. Например, если мы в мензурку с водой капнули каплю воды и увидели, что уровень воды поднялся меньше, чем на  $1/4$  деления, то можно утверждать, что объём капли действительно был меньше  $1/4$  цены деления шкалы. Но если, например, мы долили в мензурку воды и уровень поднялся на 10,25 делений, то утверждать, что объём долитой воды был равен 10,25 цены деления шкалы, нельзя. Последнее деление мы по-прежнему можем на глаз точно поделить на части, но 10 предыдущих делений также вносят вклад в погрешность, который в совокупности может оказаться больше 0,25 цены деления.

Всё вышесказанное относится не только к мензуркам, но и ко многим другим измерительным приборам. Во время написания этого текста на столе жюри Турнира случайно оказался пакет с новыми деревянными линейками длиной 50 сантиметров (по крайней мере так на них написано). Прикладывая их друг к другу, мы убедились, что длины шкал у них почти одинаковые (возможно, и в самом деле равны 50 см), но в этом пакете без труда удалось найти такие пары линеек, что при прикладывании их друг к другу (так, чтобы нулевые деления совпадали) напротив деления „25 см“ одной линейки находилось деление „25 см 1 мм“ другой линейки. Была даже найдена пара, у которой совпали деления „25 см“ и „25 см 2 мм“. С помощью такой линейки, наверное, можно сделать вывод о том, что длина какого-либо отрезка лежит между  $1/3$  мм и  $1/2$  мм, но совершенно нельзя утверждать, что длина отрезка лежит между  $25\text{ см } 1/3$  мм и  $25\text{ см } 1/2$  мм.

**8.** Распрямлённая спираль обладает лучшей теплоотдачей, чем обычная (соседние витки нагревают друг друга). Сопротивление металлов при повышении температуры увеличивается (по крайней мере „обычных“, из которых делают спирали электроплиток, и в характерных для электроплиток интервалах температур).

Следовательно, при одном и том же протекающем токе сопротивление обычной спирали будет больше, так как, ввиду меньшей теплоотдачи, больше будет её температура. Однако из условия задачи скорее следует, что одинаковым было напряжение, поданное на спираль, а не сила тока (если и в первом, и во втором случае спираль подключали к одному и тому же источнику тока, например, к электросети). Легко убедиться, что и в этом случае решение остаётся верным. Предположим обратное (что у закрученной спирали сопротивление меньше или равно сопротивлению распрямлённой). Тогда температура закрученной спирали будет больше (выделяемая тепловая мощность, увеличивающаяся с уменьшением сопротивления, не меньше, а теплоотдача хуже). Следовательно, и сопротивление, возрастающее с температурой, должно быть больше — противоречие.

**9.** Уровень воды будет больше в той трубке, в которой всплывает пузырь. Если предположить, что пузырь неподвижен, то решение очевидно — давления воды каждой из трубок в нижней точке должны уравновешивать друг друга, а так как средняя плотность содержимого трубки с пузырьком (вода+воздух) меньше, то объём (а, следовательно, и уровень воды) должен быть больше.

Если пузырь всплывает с установившейся скоростью, то это не меняет ситуацию по сравнению с вышерассмотренным случаем. Если же он за счёт силы тяжести движется вверх с положительным ускорением (то есть центр масс находящейся в трубке системы „вода+воздух“ движется с положительным ускорением вниз), то давление такой системы в нижней точке будет ещё меньше (по сравнению со случаем, когда пузырь неподвижен). Следовательно, уровень будет ещё больше.

Мы предполагаем, что пузырь является симметричным — верхняя и нижняя его границы имеют одинаковую форму, следовательно, капиллярные силы, действующие на этих границах, уравнивают друг друга и поэтому не оказывают влияния на уровни воды в трубках.

Теоретически, если пузырь будет двигаться вверх с большим по модулю отрицательным ускорением, это может изменить ответ задачи на противоположный. Но очевидно, что если пузырь просто отпустить со дна, то он всё время будет двигаться вверх с положительным ускорением и его скорость будет стремиться к равновесной. А заставить пузырь тормозить, предварительно разогнав его, жюри не удалось — мешает трение воды о стенки трубки, что создаёт завихрения и пузырь распадается на части, а также возникают колебания уровней в трубках. Поэтому ситуацию, описанную в этом абзаце, можно не рассматривать.

**10.** Линейная скорость поверхности второго стержня (в системе отсчёта, где его ось неподвижна) равна  $v_2 = \omega_2 r_2$ . В месте сцепления поверхностей стержней составляющая этой скорости, перпендикулярная оси первого стержня (и равная  $\omega_2 r_2 \cos \alpha$ ) передаётся поверхности первого стержня (т. к. вокруг своей оси он может вращаться, свободно), а параллельная составляющая теряется (происходит проскальзывание, т. к. вдоль своей оси первый стержень перемещаться не может). Таким образом, линейная скорость поверхности первого стержня равна  $v_1 = \omega_2 r_2 \cos \alpha$ , а угловая скорость его вращения, соответственно,  $\omega_1 = v_1 / r_1 = \omega_2 (r_2 / r_1) \cos \alpha$ .

**11.** Заметим, что нужно было найти именно ошибку (хотя бы одну) в рассуждении Незнайки, а не исправлять все их, что для школьника — очень трудная задача. Одна из таких ошибок — Незайка совершенно правильно считает, что вокруг каждой звезды по отдельности комета будет вращаться по одной и той же **траектории**, но, в каждом из этих случаев, скорость кометы в разных точках траектории различна (по закону сохранения энергии сумма потенциальной и кинетической энергии кометы постоянна, а, так как меняется расстояние до звезды, должна меняться и скорость). Таким образом, скорость кометы в каждой точке траектории определяется расстоянием до звезды, поэтому, несмотря на то, что траектории движения вокруг каждой из звёзд по отдельности совпадают, скорость кометы в каждой точке траектории (за исключением двух — точек пересечения эллипса с серединным перпендикуляром к отрезку, соединяющему его фокусы) будет разной в зависимости от того, вокруг какой именно звезды комета вращается. Поэтому вращение кометы вокруг двух звёзд сразу не будет наложением совпадающих движений, как это ошибочно считает Незайка.

Вообще говоря, наложение двух совпадающих (по траектории и скорости в каждой точке траектории) движений не всегда даёт такое же движение. Предположим, например, что планета вращается вокруг звезды по круговой орбите. „Добавим“ ещё одну такую же звезду, т. е. фактически увеличим массу имеющейся звезды в 2 раза. Легко убедиться, что теперь планета уже не сможет вращаться по прежней орбите с прежней скоростью.

**12.** а) Жюри специально не стало жёстко формулировать условие. В частности, ничего не сказано про время работы двигателя. Наиболее простое решение задачи (демонстрирующее основную идею) получается, если предположить, что двигатель работает в течение короткого промежутка времени.

Очевидно, что где бы мы не включили двигатель, он увеличит скорость ракеты на одну и ту же величину (обозначим её  $\Delta v$ ), не зависящую от исходной скорости  $v_0$  (чтобы в этом убедиться, достаточно перейти в систему отсчёта, в которой  $v_0 = 0$ ). Будем также считать, что масса выработанного топлива достаточно мала, то есть масса ракеты  $M$  за время работы двигателя практически не меняется.

Разница кинетических энергий ракеты до и после срабатывания двигателя

$$\Delta E_{\text{кин}} = \frac{M(v_0 + \Delta v)^2}{2} - \frac{Mv_0^2}{2} = \frac{M}{2}(v_0^2 + 2v_0\Delta v + (\Delta v)^2 - v_0^2) = \frac{M}{2}(2v_0\Delta v + (\Delta v)^2)$$

будет тем больше, чем больше  $v_0$ . А  $v_0$  будет максимальным в нижней точке полуокружности.

б) Дополнительная („лишняя“) кинетическая энергия ракеты получается за счёт потенциальной энергии части топлива: при обычном старте эта часть выбрасывается на уровне земли, а в случае рассматриваемого варианта — ниже этого уровня.

## Конкурс по химии

Участникам Турнира было дано разъяснение: *Вам предлагается решить три-четыре задачи по выбору. Желательно, но не обязательно, выбрать задачи, предназначенные для класса, в котором Вы учитесь, или более старшего.*

1. Заполните пропуски (вещества вместо ... и коэффициенты вместо \_\_) в уравнениях химических реакций.

7–8 класс.

- 1) ... = CaO + ...
- 2) 3 ... + N<sub>2</sub> = Ca<sub>3</sub>N<sub>2</sub>
- 3) ... + 2H<sub>2</sub>O = H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> + 2HCl
- 4) \_\_CaH<sub>2</sub> + \_\_H<sub>2</sub>O = \_\_Ca(OH)<sub>2</sub> + \_\_ ...
- 5) \_\_ ... = 2CuO + 4NO<sub>2</sub> + O<sub>2</sub>

9–11 класс. (смотрите пояснение на странице 57)

- 1) 1 ... + 5 ... = 3 ... + 4 ...
- 2) 4 ... + 11O<sub>2</sub> = 2 ... + 8SO<sub>2</sub>
- 3) 3Cl<sub>2</sub> + 6 ... = ... + 5KCl + \_\_H<sub>2</sub>O
- 4) ... + 6H<sub>2</sub>O = \_\_Mg(OH)<sub>2</sub> + 2NH<sub>3</sub>
- 5) ... + 3 ... = 3HCl + H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>
- 6) \_\_FeSO<sub>4</sub> + \_\_KMnO<sub>4</sub> + \_\_H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> = \_\_MnSO<sub>4</sub> + \_\_ ... + K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> + \_\_H<sub>2</sub>O

2. (7–9 класс) Химический анализ показал, что массовая доля натрия в веществе составляет  $(58 \pm 2)\%$ . Предложите формулы веществ, удовлетворяющие этому условию.

3. (7–9 класс) Известно, что массы протонов и нейтронов выражаются целыми числами, а массы электронов пренебрежимо малы. Однако атомные массы, которые приведены для элементов в таблице Менделеева, почти всегда дробные. Как можно это объяснить?

4. (8–9 класс) Мраморный шарик (CaCO<sub>3</sub>) поместили в 100 г раствора соляной кислоты с массовой долей 7,3%. Через некоторое время количество HCl в растворе уменьшилась вдвое и диаметр шарика также уменьшился вдвое. Определите исходную массу шарика.

5. (10–11 класс) 4,37 г сплава двух металлов растворили в воде. При этом выделилось 7,84 л газа (н. у.). При осторожном подкислении полученного раствора выпадает осадок, который растворяется в избытке кислоты. Определите качественный и количественный состав сплава.

6. (8–10 класс) Тяжёлая вода — это вода, содержащая изотоп водорода дейтерий, D<sub>2</sub>O. Оцените плотность тяжёлой воды.

7. (9–11 класс) Юный химик Миша нашёл три запаянных ампулы с блестящей серебристой жидкостью. Он вскрыл ампулы и налил в них воду.

Жидкость из первой ампулы с водой не реагировала. Тогда Миша нагрел её в заполненной кислородом колбе и увидел, что при этом образуется красное кристаллическое вещество. Содержимое второй ампулы интенсивно реагировало с водой, выделяя бесцветный горючий газ. После завершения реакции на дне ампулы осталась серебристая жидкость, неотличимая по внешнему виду от исходной, а по химическим свойствам — от содержимого первой ампулы. После того, как Миша налил воду в третью ампулу, произошёл сильный взрыв со вспышкой пламени жёлтого цвета с фиолетовыми проблесками. Что находилось в ампулах и какие грубые нарушения техники безопасности допустил юный химик?

8. (10–11 класс) Какую структуру может иметь соединение состава  $C_3H_3Cl_3$ ? Изобразите все возможные изомеры.

9. (9–11 класс) Поставьте приведенные формулы химических веществ в соответствие с областями их применения, указанными в таблице. (Решение можно записать в виде „число–буква“).

1	AgBr	абразивный материал	А
2	BN	боевое отравляющее вещество	Б
3	$C_{12}H_{25}SO_3Na$	действующее вещество в изолирующих противогазах	В
4	$CaSO_4 \cdot 0,5H_2O$	детская присыпка	Г
5	$CCl_2F_2$	компонент моющих средств	Д
6	ClCN	компонент порохов	Е
7	$KAl(SO_4)_2 \cdot 12H_2O$	наполнитель электроламп	Ж
8	Kr	основа искусственных драгоценных камней	З
9	$Na_2O_2$	пигмент масляных красок	И
10	$Na_2S_2O_3 \cdot 5H_2O$	протрава при крашении тканей	К
11	$Pb_3O_4$	светочувствительное вещество (фотография)	Л
12	S	строительный материал	М
13	ZnO	фиксаж (фотография)	Н
14	$ZrO_2$	хладагент	О

10. (10–11 класс) При полном каталитическом гидрировании смеси пропандиена, пропилена, пентадиена-1,4 и 1-винилциклопентена поглощается объём водорода, равный половине объёма диоксида углерода (измеренного при тех же условиях), выделяющегося при сжигании такого же количества этой смеси. Определите объёмное содержание пропандиена в парах исходной смеси.

## Краткие решения задач конкурса по химии

Задачи и решения для конкурса по химии подготовлены С. Е. Семёновым, директором Химического лицея №1033 г. Москвы, и З. П. Свитанько.

1. 7–8 класс.

- 1)  $\text{CaCO}_3 = \text{CaO} + \text{CO}_2$ ; или  $\text{Ca}(\text{OH})_2 = \text{CaO} + \text{H}_2\text{O}$ , и т. д.
- 2)  $3\text{Ca} + \text{N}_2 = \text{Ca}_3\text{N}_2$
- 3)  $\text{SO}_2\text{Cl}_2 + 2\text{H}_2\text{O} = \text{H}_2\text{SO}_4 + 2\text{HCl}$
- 4)  $\text{CaH}_2 + 2\text{H}_2\text{O} = \text{Ca}(\text{OH})_2 + 2\text{H}_2$
- 5)  $2\text{Cu}(\text{NO}_3)_2 = 2\text{CuO} + 4\text{NO}_2 + \text{O}_2$

9–11 класс.

- 1)  $\text{C}_3\text{H}_8 + 5\text{O}_2 = 3\text{CO}_2 + 4\text{H}_2\text{O}$
- 2)  $4\text{FeS}_2 + 11\text{O}_2 = 2\text{Fe}_2\text{O}_3 + 8\text{SO}_2$
- 3)  $3\text{Cl}_2 + 6\text{KOH} = \text{KClO}_3 + 5\text{KCl} + 3\text{H}_2\text{O}$
- 4)  $\text{Mg}_3\text{N}_2 + 6\text{H}_2\text{O} = 3\text{Mg}(\text{OH})_2 + 2\text{NH}_3$
- 5)  $\text{POCl}_3 + 3\text{H}_2\text{O} = 3\text{HCl} + \text{H}_3\text{PO}_4$
- 6)  $10\text{FeSO}_4 + 2\text{KMnO}_4 + 8\text{H}_2\text{SO}_4 = 2\text{MnSO}_4 + 5\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 + \text{K}_2\text{SO}_4 + 8\text{H}_2\text{O}$

2. Массовая доля натрия ( $58 \pm 2$ )% означает, что в соединении  $\text{NaX}$  молярная масса  $X$  должна быть от  $23 : 60 \cdot 40 = 15,3$  до  $23 : 56 \cdot 44 = 18$ , а в соединении  $\text{Na}_2\text{X}$  молярная масса  $X$  составляет от 30,3 до 36.

Примеры соединений, которые подходят:  $\text{Na}_2\text{O}_2$ ,  $\text{Na}_2\text{S}$ ,  $\text{NaOH}$ ,  $\text{NaNH}_2$ ,  $\text{NaBH}_2\text{D}_2$ .

3. Многие элементы могут существовать в виде нескольких изотопов (то есть атомы данного элемента могут содержать разное число нейтронов). Изотопы по-разному распространены в природе. Экспериментально определенная атомная масса — это средневзвешенная величина для всех природных изотопов данного элемента. Именно эти величины и приведены в таблице Менделеева, поэтому они дробные.

Есть и вторая причина — так называемый дефект массы, то есть уменьшение массы, сопровождающее образование ядра из протонов и нейтронов (массовый эквивалент энергии, которая выделяется при образовании ядра,  $E = mc^2$ ).

4. Раствор соляной кислоты содержит 7,3 г  $\text{HCl}$ , что составляет  $7,3/36,5 = 0,2$  моль. В реакцию вступила половина этого количества, то есть 0,1 моль. Уравнение реакции  $\text{CaCO}_3 + 2\text{HCl} = \text{CaCl}_2 + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2$  показывает, что при этом израсходовалось  $0,1/2 = 0,05$  моль карбоната кальция.

Диаметр шарика уменьшился вдвое, значит его объём и, следовательно, масса уменьшились в  $2^3 = 8$  раз, так как  $V = \frac{4}{3}\pi R^3$ . Другими



словами, прореагировало  $7/8$  исходного количества карбоната кальция. Таким образом, исходное количество  $\text{CaCO}_3$   $0,05 : 7 \cdot 8 = 0,057$ .  $M_r = 100$ . Масса равна  $100 \cdot 0,057 = 5,7$  г.

5. 4,37 г сплава прореагировало с образованием  $7,84/22,4 = 0,35$  моль газа. Легко видеть, что речь идёт об очень лёгких металлах, так как средний эквивалент металлов в сплаве составляет  $4,37/(0,35 \cdot 2) = 6,24$ . При этом неизвестные металлы должны быть активными, так как сплав растворился в воде. Очевидно, что один из металлов — литий. Его эквивалент (и молярная масса) 7. Значит, эквивалент второго металла должен быть ещё меньше. Этому условию удовлетворяет бериллий. Его молярная масса 9, но он двухвалентен, значит эквивалент равен 4,5. Бериллий не растворяется в воде, однако он растворяется в щёлочи  $\text{LiOH}$ , образующейся при растворении лития. Теперь нужно найти количественный состав сплава.

Пусть в смеси  $x$  моль  $\text{Li}$  и  $y$  моль  $\text{Be}$ .

При растворении сплава выделяется  $(0,5x + y)$  моль  $\text{H}_2$ .

$7x + 9y = 4,37$ ;  $0,5x + y = 0,35$ . Отсюда  $x = 0,49$  моль.  $y = 0,105$  моль.

6. Плотность тяжёлой воды можно оценить следующим образом: очевидно, что объём молекулы воды почти не изменился по сравнению с объёмом молекулы  $\text{H}_2\text{O}$ . Значит единица объёма (например,  $1 \text{ см}^3$ ) содержит столько же молекул. Однако масса каждой молекулы увеличилась в  $(16 + 2 + 2)/(16 + 1 + 1) = 20/18 = 1,11$  раз.

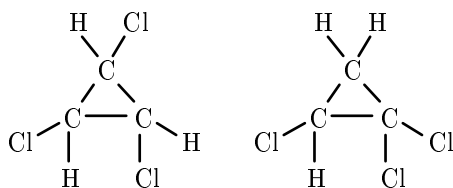
Так как плотность  $\text{H}_2\text{O}$   $1 \text{ г/см}^3$ , плотность  $\text{D}_2\text{O}$   $1,11 \text{ г/см}^3$ .

7. В первой ампуле была ртуть, во второй амальгама (сплав с ртутью) какого-либо щелочного металла (например, натрия), а в третьей — сплав натрия и калия, который при комнатной температуре является жидкостью. Подсказкой является окраска пламени (жёлтая с фиолетовой).

Что касается правил техники безопасности, часто встречающиеся ответы, что вообще ничего нельзя подбирать на улице, а также нельзя проводить опыты с незнакомыми веществами, безусловно являются верными правилами поведения для школьников. Однако техника безопасности в химии выглядит несколько иначе. Дело в том, что в химии невозможно не проводить опыты с неизвестными веществами. Просто для таких опытов надо аккуратно отбирать небольшие количества веществ и обязательно использовать защитные очки, а лучше маску, а ещё лучше проводить опыты под тягой.

8. Линейные изомеры:  
 $\text{CH}_3 - \text{CCl} = \text{CCl}_2$   
 $\text{CH}_2\text{Cl} - \text{CH} = \text{CCl}_2$   
 $\text{CHCl}_2 - \text{CH} = \text{CHCl}$  (2 геометрических изомера)  
 $\text{CCl}_3 - \text{CH} = \text{CH}_2$   
 $\text{CHCl}_2 - \text{CCl} = \text{CH}_2$   
 $\text{CH}_2\text{Cl} - \text{CCl} = \text{CHCl}$  (2 геометрических изомера)

Циклические изомеры:



Первая из этих молекул может существовать в виде двух геометрических изомеров, в зависимости от того, как направлены атомы хлора друг относительно друга. Для второй молекулы возможно существование двух оптических изомеров (т. к. атом С, связанный с одним атомом хлора и одним атомом водорода, является асимметрическим.)

9. Ответы:

1.	AgBr	светочувствительное вещество (фотография)	Л
2.	BN	абразивный материал	А
3.	$\text{C}_{12}\text{H}_{25}\text{SO}_3\text{Na}$	компонент моющих средств	Д
4.	$\text{CaSO}_4 \cdot 0,5\text{H}_2\text{O}$	строительный материал	М
5.	$\text{CCl}_2\text{F}_2$	хладоагент	О
6.	ClCN	боевое отравляющее вещество	Б
7.	$\text{KAl}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$	протрава при крашении тканей	К
8.	Kr	наполнитель электроламп	Ж
9.	$\text{Na}_2\text{O}_2$	действующее вещество в изолирующих противогазах	В
10.	$\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$	фиксаж (фотография)	Н
11.	$\text{Pb}_3\text{O}_4$	пигмент масляных красок	И
12.	S	компонент порохов	Е
13.	ZnO	детская присыпка	Г
14.	$\text{ZrO}_2$	основа искусственных драгоценных камней	З

10. Соединения:  $C_3H_4$ ,  $C_3H_6$ ,  $C_5H_8$ ,  $C_7H_{10}$ . Пусть смесь содержит  $x$ ,  $y$ ,  $z$  и  $k$  моль этих веществ, соответственно.

Вещество	Число моль вещества	Число моль $H_2$ для полного гидрирования вещества	Число моль $CO_2$ , выделившихся при сгорании вещества
$C_3H_4$	$x$	$2x$	$3x$
$C_3H_6$	$y$	$1y$	$3y$
$C_5H_8$	$z$	$2z$	$5z$
$C_7H_{10}$	$k$	$3k$	$7k$

Условие задачи позволяет составить уравнение

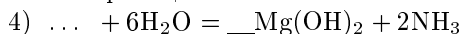
$$2(2x + y + 2z + 3k) = 3x + 3y + 5z + 7k.$$

Отсюда  $x - y - z - k = 0$  или  $x = y + z + k$ . Количество пропадена в смеси (соответственно, и объёмное содержание в парах) 0,5 или 50%.

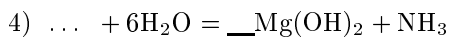
#### Пояснение к условию задачи 1 для 9–11 классов

В условиях этой задачи, розданных школьникам во время Турнира, было допущено 3 опечатки.

1. Вместо реакции

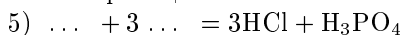


было напечатано

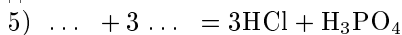


(пропущен коэффициент 2 перед  $NH_3$ , без него уравнять реакцию невозможно).

2. Вместо реакции

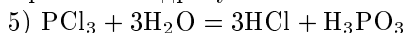


должно было быть



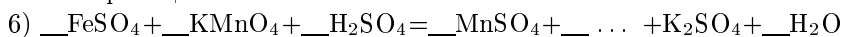
( $H_3PO_3$  вместо  $H_3PO_4$ ).

При этом подразумевался ответ

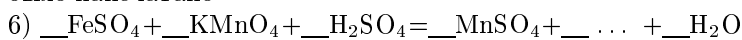


В результате этой ошибки задача осталась корректной, но стала более трудной.

3. Вместо реакции



было напечатано



(пропущен  $K_2SO_4$  в правой части уравнения)

Интересно, что многие школьники также не заметили этих ошибок (или догадались, что имелось в виду) и написали правильные уравнения реакций.

## Критерии оценок конкурса по химии

### Задача 1.

Первая группа реакций (7–8 класс):

7, 8, 9 класс — 1 балл за реакцию (итого 5),

10–11 класс — 0,5 баллов за реакцию (итого 2,5).

Вторая группа реакций (9–11 класс) — 1 балл за реакцию (итого 6).

### Задача 2.

7, 8, 9 класс — 2 балла за вещество (если есть расчёт или объяснение).

10 класс — 1,5 балла за вещество (то же самое).

11 класс — 1 балл за вещество (то же самое).

### Задача 3.

7, 8, 9 класс — по 3 балла за каждое объяснение, всего 6.

10, 11 класс — до 2 балла за изотопы, до 3 баллов за дефект массы.

### Задача 4.

Правильное решение — 5 баллов для 7–9 классов.

3 балла для 10–10 классов.

Если не учтена не только геометрия, но также и то обстоятельство, что прореагировало не всё, а половина, то это 0.

### Задача 5.

7 баллов.

### Задача 6.

До 4 баллов при наличии пояснения.

### Задача 7.

Ампула № 1 — 1 балл.

Ампула № 2 — 2 балла.

Ампула № 3 — 2 балла.

Техника безопасности — до 2 баллов.

### Задача 8.

0,5 баллов за изомер, дополнительный геометрический изомер — 1 балл

(итого  $0,5 \cdot 8$  (структурных изомеров) +

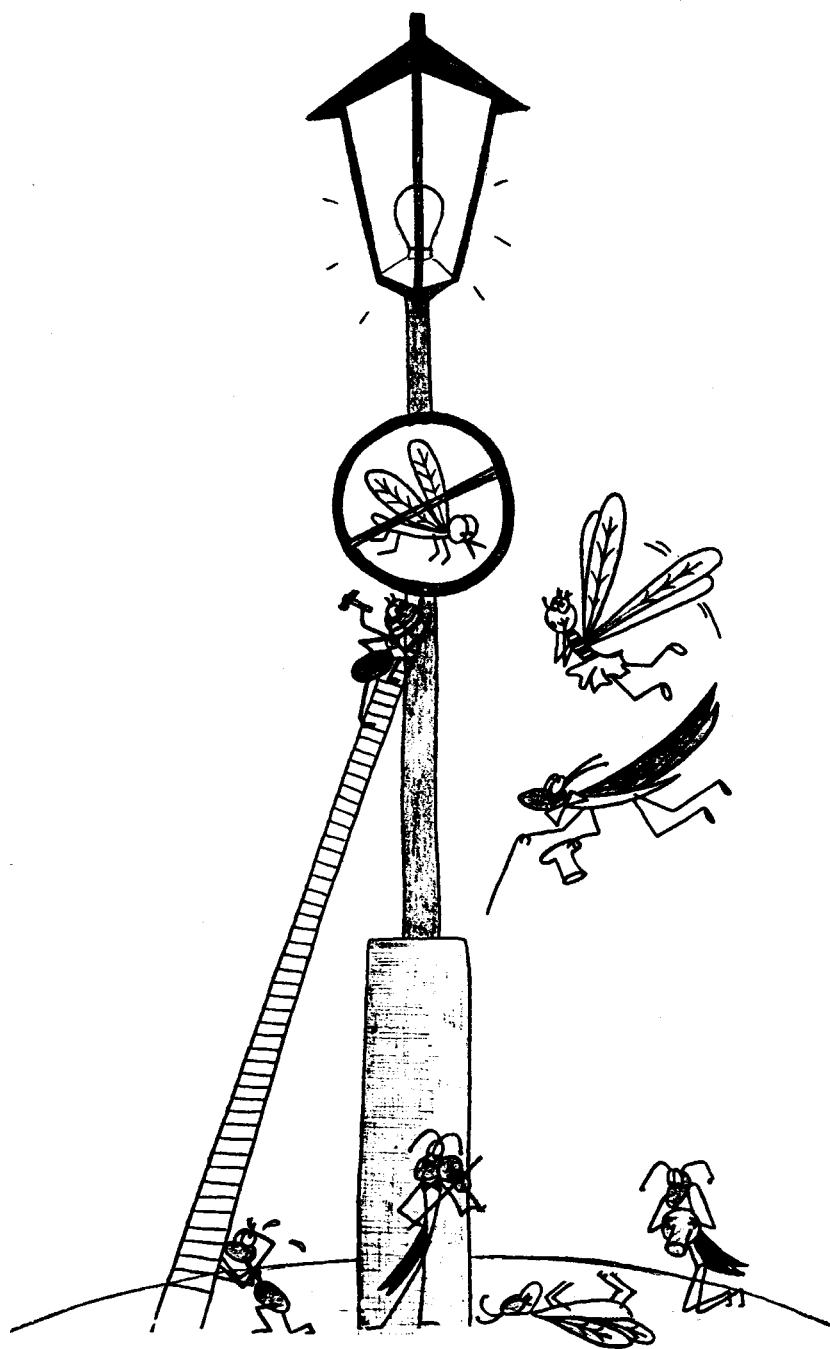
+ 4 (из них, имеющие по 2 геометрических варианта каждый) = 8).

### Задача 9.

0,5 баллов за каждый правильный ответ (итого 7).

### Задача 10.

6 баллов.



*Иллюстрация к вопросу № 3 конкурса по биологии.*

## Конкурс по биологии

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

### Вопросы и задания

1. Какие морфологические части мы едим у следующих растений: кабачок, салат, брюссельская капуста, белокачанная капуста, цветная капуста, капуста брокколи, редиска, укроп, морковь, картофель, кукуруза, чай, кофе, ананас, банан, артишок, овёс, спаржа, перец, корица, фасоль?
2. Литораль — это полоса между морем и сушей, которая обнажается в отлив и заливается в прилив. С какими особыми трудностями сталкиваются обитающие там животные и какие приспособления могут использоваться для преодоления этих трудностей?
3. Как вы думаете, почему многие насекомые ночью слетаются к зажжённой лампе? Ведь такое поведение часто приводит их к гибели.
4. Какие животные умеют делать нити и для чего они их используют?
5. Предложите меню обеда, составленное таким образом, чтобы для его приготовления было использовано максимальное количество систематических групп живых организмов.
6. Известно, что наземные животные очень быстро замерзают в холодной воде северных морей. Как вы думаете, что позволяет морским теплокровным (китам, тюленям, пингвинам) находиться в холодной воде длительное время или постоянно?
7. В организме большинства животных имеется морфологически оформленная выделительная система, функция которой — удаление продуктов жизнедеятельности клеток. У растений такой системы органов нет. Как же они решают проблему выделения отходов?
8. Как пчёлам удаётся построить математически правильные шестиугольные ячейки сот?
9. Какие из перечисленных органов являются гомологичными по своему строению и происхождению, а какие — аналогичными? Рассортируйте их по группам.

Крыло голубя, крыло бабочки, плавник летающей рыбы, лапа кошки, крыло летучей мыши, крыло стрекозы, лапка таракана, нога улитки, лапка сороконожки, усик рака, ножка рака, амбулакральная ножка морской звезды.

## Ответы на вопросы конкурса по биологии

**Вопрос 1.** *Какие морфологические части мы едим у следующих растений: кабачок, салат, брюссельская капуста, белокачанная капуста, цветная капуста, капуста брокколи, редиска, укроп, морковь, картофель, кукуруза, чай, кофе, ананас, банан, артишок, овёс, спаржа, перец, корица, фасоль?*

У кабачка, банана, перца, кукурузы и овса в пищу употребляют плоды. Можно также есть плоды фасоли, но у этого растения чаще едят семена.

У редиски и моркови едят корни, а у картофеля — видоизменённые подземные побеги.

Листья и вегетативные побеги употребляют в пищу у укропа, чая, салата.

У спаржи обычно едят молодые побеги, а у брюссельской и белокачанной капусты в пищу идут вегетативные почки. А вот у цветной капусты и капусты брокколи едят соцветия с нераспустившимися бутонами.

Кофе заваривают из обжаренных и перемолотых семян кофейного дерева, а душистая приправа корица получается из коры соответствующего дерева.

Сложнее всего обстоят дела с ананасом — его вкусный „плод“ представляет собой на самом деле соплодие, к которому приросли ветки соцветия и прицветные листья.

И, наконец, артишок — растение, мало кому в нашей стране знакомое. Его выращивают и едят в более теплых странах Европы, особенно в Италии и во Франции. Оно похоже на знакомые нам бодяк и чертополох, а в пищу в нем употребляют сочное ложе и обертку нераскрывшихся соцветий — корзинок.

**Вопрос 2.** *Литораль — это полоса между морем и сушей, которая обнажается в отлив и заливается в прилив. С какими особыми трудностями сталкиваются обитающие там животные и какие приспособления могут использоваться для преодоления этих трудностей?*

Организмы, обитающие на литорали, должны быть приспособлены к очень широкому диапазону изменений таких условий среды как температура, солёность, влажность.

Самое важное приспособление заключается в том, что обитатели литорали нетребовательны к температуре, солёности и могут переносить непродолжительное осушение.

Есть и специальные приспособления. Многим обитателям литорали помогают защититься от высушивания раковины и домики с плотно закрывающимися крышечками. Они есть у литоральных моллюсков: литорин, мидий и др.; ракообразных — баянусов. Створки мидий и крышечки раковин литорин закрываются так плотно, что в сухом виде их можно живыми пересылать по почте (литературные данные). Баянусы не так выносливы, но благодаря своему домику со створками за несколько часов

отлива не высыхают и они. Плотные хитиновые покровы помогают сохранять воду литоральным бокоплавам, у их собратьев, обитающих на глубинах, панцирь далеко не всегда так прочен.

Плотно закрывающиеся домики не дают проникать внутрь пресной воде, это позволяет литоральным организмам поселяться в устьях рек, озёр, впадающих в море. Свои створки они открывают в прилив, зато в отлив не так сильны перепады температуры и высушивающая сила солнца и ветра.

Очень важны поведенческие приспособления. Обитатели литорали стараются не оставаться на открытых участках, они прячутся под камни (там всегда остаются лужицы воды), водоросли, закапываются в песок. Некоторые выбирают „особые места“: небольшие ракообразные йеры живут в скоплениях нитчатых водорослей. Их они едят, они же и защищают от высыхания. Тот же способ защиты используют многочисленные олигохеты (малощетинковые черви), живущие в песке под штормовыми выбросами.

В верхней части литорали, где нет водорослей, живёт один из видов литорин; этому моллюску приходится переносить самые экстремальные условия. Этот вид размножается живорождением.

Природа позаботилась и о внешнем виде обитателей литорали. Все живущие открыто виды окрашены под цвет камней, тут отсутствуют светлые хорошо заметные на камнях животные (балаюсы не идут в счёт, они крепко прикреплены к камням, сидят плотно друг к другу).

**Вопрос 3.** *Как вы думаете, почему многие насекомые ночью слетаются к зажжённой лампе? Ведь такое поведение часто приводит их к гибели.*

Свет может привлекать не только насекомых. Например, птицы в массе иногда прилетают во время их сезонных миграций на свет маяков. Рыбусайру вылавливают сетями, привлекая её туда с помощью мощных источников света. Следовательно, это общебиологическое явление.

На свет летят представители почти всех отрядов насекомых с самым различным образом жизни. В основном это насекомые, активные в сумерках и ночью, но иногда у источника света оказываются и типично дневные формы. Прилёт дневных насекомых ночью объясняется тем, что они оставались у источника света с вечера или кто-то их побеспокоил. В принципе же лёт на свет не ограничен только ночным временем. На свет лампы, дающей УФ излучение, прилетает много мелких дневных насекомых. Следовательно, насекомые, если они активны, реагируют одинаково на источник искусственного света, независимо от их образа жизни.

Объяснение лёта насекомых на свет должно учитывать следующие факты:

- 1) лёт на свет насекомых с очень разнообразной экологией;
- 2) траектория полёта насекомого поблизости от источника света обычно представляет собой сложную ломаную кривую;
- 3) поблизости от источника света у насекомого часто нарушается координация движений и оно иногда падает на землю;



- 4) насекомое привлекается не только точечным источником света, но и освещённым экраном;
- 5) насекомые не летят в сторону Луны или Солнца, хотя возможен лёт насекомых в сторону утренней зари;
- 6) особенно высока для некоторых насекомых привлекательность УФ излучения;
- 7) насекомое через некоторое время после прилета к лампе может покинуть освещённую зону;

Известен ряд гипотез, объясняющих лет на свет.

Ж. Леб (1924 год). Обращает внимание на связь тонуса конечностей и потока света, падающего на глаза. Было показано с помощью экспериментов, что освещение левого глаза увеличивает тонус мышц с правой стороны и наоборот. Соответственно, увеличение тонуса приводит к более энергичной работе мускулатуры с неосвещенной стороны, в результате чего насекомое поворачивается к свету.

Однако лебовский механизм недостаточен, чтобы объяснить привлечение насекомых светом. Он не позволяет понять, ни почему насекомое, прилетевшее к источнику света, потом может покинуть освещенную зону, ни особую привлекательность УФ излучения, чувствительность глаза насекомого к которому не так уж высока, ни почему насекомые, летающие в природе под разными углами к лучам Солнца и Луны, не поворачиваются к ним, как должно было бы быть по гипотезе Леба.

В. Будденброк (1917 год). Известно, что у насекомых можно наблюдать менотаксис, т. е. движение под определённым углом к лучам света (насекомым это легко осуществить, сохраняя изображение источника света в определенном омагидии глаза или в их группе). Очевидно, что если насекомое движется, ориентируясь при этом по лучам Солнца или Луны, которые можно считать параллельными друг другу, то его курс является прямой линией. Однако при попытке сохранить постоянный угол по отношению к радиально расходящимся лучам света, его курс превращается в логарифмическую спираль (причем появление случайных отклонений и поворотов не меняет окончательного итога).

С этой точки зрения трудно объяснить привлечение насекомых не точечным источником, а большим освещённым экраном, почему прилетевшее насекомое может потом улететь от света, а так же особую привлекательность УФ излучения. К тому же менотаксическая ориентация к лучам Солнца и Луны возникает лишь в особых случаях. Обычно в природе насекомые используют разнообразные наземные ориентиры, обследуют привлекающие их предметы, а их курс представляет собой сложную и довольно беспорядочную кривую.

Г. А. Мазохин-Поршняков (1960 год). Свет является универсальным и наиболее надежным индикатором открытого пространства. Здесь особую роль играет УФ излучение, которое практически не отражается наземными предметами, за исключением водной поверхности. Действительно, случайно залетевшие в комнату дневные или ночные насекомые бьются

в стекла окон, пытаясь выйти из замкнутого пространства. Ночью на освещенном экране насекомые ведут себя подобным же образом. Попадая ночью в луч света, насекомое воспринимает окружающую его темноту как замкнутое пространство и, стремясь вырваться, летит к свету.

С этой точки зрения, однако, трудно объяснить, как насекомое, уже прилетевшее к лампе, может опять улететь от нее, почему не происходит подобных нарушений поведения под влиянием лунного света. Кроме того, далеко не все особи одного вида, попадая в освещенное пространство, как-то изменяют свое поведение.

Наиболее вероятно, что лет насекомых на свет представляет собой *сложное многоступенчатое явление*, причём на каждой ступени действуют свои механизмы.

Первый этап. Очевидно, что насекомые в поисках благоприятной для него освещенности ориентируются по градиенту света. Для насекомого, выходящего из укрытия, свет является надежным индикатором выхода в открытое пространство. После выхода в зону с благоприятной освещенностью насекомое питается, ищет полового партнера, место для откладки яиц и т. д. Однако если оно мигрирует, для него более экономичен прямолинейный курс, который легко поддерживать способом, о котором говорилось выше (сохраняя угол к лучам света). Мигрирующее насекомое может избрать в качестве ориентира искусственный источник света. Тогда оно неизбежно должно приблизиться к нему, причем на достаточном расстоянии от лампы его курс будет относительно близок к прямолинейному и начнет резко искривляться только при приближении к лампе (гипотеза Будденброка). Как Солнце, так и ночное небо являются источниками УФ излучения, поэтому наиболее вероятно, что в качестве ориентира будет избран источник излучающий ультрафиолет.

Второй этап начинается при приближении насекомого на расстояние 30–10 м к источнику света. Если насекомое использует в качестве ориентира естественный источник света (Солнце, Луну), то при движении в его сторону его интенсивность не меняется. При движении же к искусственному источнику освещенность резко возрастает (особенно на близком расстоянии от лампы). Резко увеличивающаяся интенсивность света буквально ослепляет насекомое (нарушается ориентация и координация движений, иногда из-за нервного шока насекомое падает на землю). Однако насекомое продолжает стремиться к свету по следующей причине.

При бегстве от любого раздражающего воздействия насекомые используют свет в качестве индикатора выхода в открытое пространство. Однако в данном случае, чем ближе насекомое к свету, тем больше раздражающее воздействие последнего. Возможно, что поворот от лампы для приближающегося насекомого затруднителен тем, что передние омматидии глаза начинают раньше адаптироваться к свету. Тогда то, что находится позади будет восприниматься, как замкнутое пространство и будет усиливать движение насекомого в сторону света.

В принципе, такая реакция может наблюдаться и при неожиданном попадании насекомого в яркий солнечный свет. Однако для солнечного света в земных пределах величина освещенности не меняется при „приближение“ к Солнцу. Поэтому у насекомого, движущегося в ярком солнечном свете, подобная реакция не наблюдается, так как его глаза быстро адаптируются к свету. Не исключено, что поблизости от лампы реализуется лебовский механизм движения.

Третий этап. Этот этап начинается, если насекомое приблизилось почти вплотную к лампе и при этом не сгорело или не погибло по какой-либо другой причине. Пока оно бьется вокруг лампы, пытаясь выйти в „открытое пространство“, его глаза постепенно адаптируются к свету и общее возбуждение спадает. Нередко ночное насекомое воспринимает искусственное освещение, как наступление дня и принимает поблизости от него позу, характерную для дневного покоя или вообще улетает прочь.

Литература: В. Б. Чернышев (каф. энтомологии) „Экология насекомых“, изд-во МГУ, 1996 год.

**Вопрос 4.** *Какие животные умеют делать нити и для чего они их используют?*

Наиболее известными животными, которые делают нити, являются пауки. Каждому приходилось видеть паутину. Однако далеко не все знают, что пауки используют паутину в очень разнообразных целях. Кроме всем известных ловчих сетей, служащих для ловли мелких организмов, которыми паук питается, существуют и другие ловушки (трубки, мешки, ямки и т. п.). Паутина ещё может использоваться для строительства или выстилки гнезда, для сооружения кокона, в который самка откладывает яйца. Довольно часто она служит для перемещения в пространстве — паук может спускаться и подниматься по нити, а иногда даже перелетать на значительное расстояние, держась за паутинную нить. Можно также считать, что паутина работает как сигнальная система, которая используется как при ловле добычи, так и в брачных играх пауков.

Не менее известными производителями нитей являются гусеницы многих бабочек, они строят из нитей свой кокон, в котором происходит превращение из личинки во взрослое насекомое. Самым знаменитым представителем этой группы является тутовый шелкопряд.

Однако использование нитей для строительства убежищ или коконов свойственно и другим членистоногим. Например, паутинистый клещ использует нити в качестве укрытия.

Среди представителей других групп организмов следует отметить моллюсков, которые могут использовать нити для прикрепления к грунту — это так называемые биссусные нити.

Все вышеописанные животные сами выделяют материал, из которого получаются нити. Однако некоторые птицы способны делать нити из природного материала. Славка-портниха умеет свивать короткие нити из растительного пуха и паутины, а длиннохвостая портниха использует для

этого волокна хлопка, нити шелкопряда, шерсть и опять же паутину. Полученными нитями эти птицы шивают листья при строительстве гнезда. А вот ткачики, чьё название кажется тоже подходит для такой работы, сами нитей не делают, а используют для строительства гнёзд стебли травы.

**Вопрос 5.** *Предложите меню обеда, составленное таким образом, чтобы для его приготовления было использовано максимальное количество систематических групп живых организмов.*

Этот вопрос предполагает бесчисленное количество вариантов ответа, среди которых не может быть единственно правильного. Важно только помнить, что требуется привести именно меню (т. е. список блюд, и желательно реальных, а не фантастических), а не просто перечислить съедобных организмов. При этом, даже оставаясь в рамках Европейской кухни, можно охватить весьма значительное разнообразие.

Так среди растений мы употребляем в пищу не только цветковые, но и голосеменные (кедровые орешки), и папоротникообразные (побеги папоротника-орляка), и бурую водоросль морскую капусту. А из красных водорослей получают агар-агар, который используют при изготовлении мармеладов и желе.

Среди грибов мы едим не только шляпочные аскомицеты и базидиомицеты, но и дрожжи (в пирогах, пиве и др.), и плесени — в составе сыров.

Среди съедобных бактерий наиболее известны молочнокислые бактерии и бифидобактерии.

Разнообразие же съедобных животных даже трудно охватить — это и кольчатые черви (любимый итальянцами червь палоло), и моллюски (устрицы, кальмары и др.), и членистоногие (омары, лангусты, креветки, крабы, . . . ) и, конечно же, хордовые (от круглоротых миног до млекопитающих).

Все эти существа действительно употребляются в пищу, так что нет необходимости выдумывать несуществующее рагу из задних лапок таракана или паштет из змеиных языков.

**Вопрос 6.** *Известно, что наземные животные очень быстро замерзают в холодной воде северных морей. Как вы думаете, что позволяет морским теплокровным (китам, тюленям, пингвинам) находиться в холодной воде длительное время или постоянно?*

Общее для всех морских теплокровных животных — это наличие большого слоя подкожного жира. Он является прекрасным теплоизолятором, т. е. снижает до минимума потери тепла через кожу. Толщина такого слоя относительно размеров тела, как правило, зависит от того, сколько времени животное проводит в воде в течение жизни. Следовательно, он увеличивается от пингвинов к тюленям и от тюленей к китам. Немаловажную роль в сохранении тепла играют большие размеры животных и обтекаемая форма тела, за счёт которой уменьшается энергия, затрачиваемая на движение в воде. Для таких животных характерна шерсть (или перья), минимально пропускающая воду.

У ластоногих и китообразных можно выделить некоторые особенности. У тех и у других укорочены плечо и бедро относительно предплечья и голени и удлинены кисть и ступня. Это связано с усовершенствованием системы кровообращения, которая в кисти и лапах действует по принципу противотока. Артериальные стволы оплетены венозными сосудами, в результате чего артериальная кровь, охлаждаясь в лапах, на которых жировая прослойка почти отсутствует, отдает тепло венозной крови, которая уходит обратно в тело. Такая система предохраняет животных как от охлаждения в северных широтах, так и от перегрева в южных. Немалую роль играет калорийная пища и молоко у кормящих самок.

**Вопрос 7.** *В организме большинства животных имеется морфологически оформленная выделительная система, функция которой — удаление продуктов жизнедеятельности клеток. У растений такой системы органов нет. Как же они решают проблему выделения отходов?*

Растения, как и все живые организмы, разумеется, нуждаются в выведении продуктов обмена. В растительных клетках нередко имеются вакуоли, в которых заключены некоторые „отходы“. Затем растительные клетки способны выводить продукты обмена в толстые межклетники. В деревьях продукты обмена накапливаются в отмирающих частях ствола. Каждую осень отходы отторгаются с массой листьев. Периодически отмирают все наземные части у некоторых многолетних растений.

Газообмен у растений носит более сложный характер, чем в животных организмах. Растения, как и животные, постоянно выводят углекислый газ (конечный продукт дыхания), но ещё и кислород, который образуется как конечный продукт фотосинтеза.

**Вопрос 8.** *Как пчёлам удаётся построить математически правильные шестиугольные ячейки сот?*

Каким образом пчела создаёт свои ячейки, вымеряет их, подгоняет углы с точностью до нескольких градусов, выравнивает и отшлифовывает стенки, делая их поразительно тонкими, понятно далеко не полностью. В отличие от ос пчёлы не могут строить соты в одиночку, и не просто потому, что одни особи секретируют воск, другие эмульгируют его и помещают на края ячеек, а третьи придают ему нужную форму и полируют, но ещё и потому, что строители ячеек подгоняют расстояние по-разному в зависимости от того, какого типа ячейку они строят (для выращивания рабочей особи или трутня), и оставляют между сотами такое пространство, чтобы пчёлы могли перемещаться в нём и имели доступ к ячейкам.

На строительство сот влияет несколько факторов. Во-первых, размер пчелы: соты должны быть такими, чтобы пчёлы имели свободный доступ к ним (как между сотами, так и внутрь ячейки). Во-вторых, количество израсходованного материала и число ячеек в соте (ячейки упакованы как можно плотнее). В пчеловодстве, как правило, используется специальная заготовка для сот — вощина. Она уже содержит правильные шестиугольные основания сот, а пчёлам необходимо достроить стенки ячеек. У диких

пчёл (которым, понятно, никто никакой вошины никогда не подкладывает) соты не всегда параллельны: они могут искривляться, но пчёлы все равно стараются заполнить пространство так, чтобы оставался минимальный проход, достаточный для передвижения. Пчёлы, оказавшись в трудном положении (например, в ульях, сделанных человеком, когда вошина вставлена неправильно), разрушают ячейки, строят их и перестраивают по-своему.

На усиках и на мандибулах (верхних челюстях) у пчёл имеются органы чувств, которые, вероятно, используются в процессе утончения стенки; если отрезать кончики усиков, то хотя рабочие пчелы всё ещё сохраняют способность строить правильно ориентированные ячейки, стенки этих ячеек будут двойными, причём промежуток будет заполнен комочками необработанного воска. Важную роль в чувстве равновесия играют поля щетинок на шее пчелы, и если пчела лишена возможности свободно пользоваться ими, она не в состоянии даже начать строительство. Что же касается усиков, то без них пчела может обойтись, хотя они, возможно, используются для измерений расстояний и углов.

Следует отметить, что внутри ячейки очень часто вовсе не „математически правильные шестиугольники“, их форма может приближаться к округлой.

Литература: Брайен М. „Общественные насекомые: экология и поведение“, Москва, изд-во „Мир“, 1986 год.

**Вопрос 9.** *Какие из перечисленных органов являются гомологичными по своему строению и происхождению, а какие — аналогичными? Рассортируйте их по группам.*

*Крыло голубя, крыло бабочки, плавник летающей рыбы, лапа кошки, крыло летучей мыши, крыло стрекозы, лапка таракана, нога улитки, лапка сороконожки, усик рака, ножка рака, амбулакральная ножка морской звезды.*

Прежде всего, следует понять, что такое гомологичные и аналогичные органы. К гомологичным органам следует отнести органы сходные по своему происхождению. Из перечисленных это:

**1 группа:** крыло голубя, лапа кошки, крыло летучей мыши, плавник летающей рыбы.

**2 группа:** крыло бабочки и крыло стрекозы.

**3 группа:** лапа таракана, лапка сороконожки, усик рака и ножка рака.

Аналогичные органы — это органы различные по происхождению, но несущие на себе одну и ту же функцию. Здесь это:

**1 группа:** (функция полета) крылья позвоночных и насекомых.

**2 группа:** (функция хождения) конечности позвоночных (лапа кошки) и конечности членистоногих.

Амбулакральная ножка морской звезды и нога улитки не входят ни в один список, так как из выше перечисленных органов для них нет гомолога и аналога.



*Иллюстрация к вопросу № 1 конкурса по истории.*

## Конкурс по истории

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

### Вопросы и задания

1. Серп и молот в гербе СССР были символами священного труда. Какие символы играли ту же роль в Древнем Египте?
2. Составьте краткую биографию (или автобиографию) одного из участников Троянской войны.
3. Перечислите нескольких врагов Юлия Цезаря. Каковы были причины вражды? Чем она завершилась?
4. Представители каких народов были в числе **дедов** известных российских правителей? Назовите имена этих дедов и внуков.
5. Сравните успехи и неудачи двух германских королей по имени „Фридрих 2“ — в области войны, дипломатии, политики и науки. Кого из них вы считаете более талантливым или более удачливым — и почему?
6. В 12–14 веках Новгород был самым богатым, многолюдным и политически развитым городом Руси. Однако новгородцы не стремились объединить всю Русь под своей властью. Как это можно объяснить?
7. Выберите из списка географических названий те, которые соответствуют важным событиям — и объедините эти события в причинно связанные цепочки (чем меньше цепочек, чем они длиннее и разветвлённее — тем лучше). Дайте краткие объяснения найденных вами связей.

Барнет, Босворт, Вена, Ведроша, Виттенберг, Вормс, Гранада, Исфахан, Кабо Торментозо, Каир, Кале, Канада, Круя, Куба, Куско, Малабар, Малага, Мариньяно, Мехико, Милан, Мюльхаузен, Нанси, Павия, Смоленск, Солдайя, Тарент, Таутон, Тула, Угра, Чальдиран, Шелонь.
8. Составьте диалог-спор между Суворовым и Бонапартом о принципах военного искусства. Дата спора — весна 1800 года.
9. Назовите деятелей российской истории, носивших псевдонимы:

Андрей, Борода, Грач, Гусь, Дау, Дора, Камо, Кентавр, Коба, Малино, Минога, Пёс, Рамзай, Серго, Старик, Фриц.

Чем известны эти люди?
10. Назовите 10 первых маршалов Советского Союза. Когда и за что они получили это звание? Чем закончились их биографии?



11. Перечислите 10 важнейших событий 20 века: по одному из каждого десятилетия. Какие из этих событий можно было предсказать хотя бы за 10 лет до их наступления?
12. Осман, Али, Абд-аль-Малик, Валид, Сулейман, Хишам, Марван, Мансур.  
Когда жили и чем прославились эти люди? Кто в этом списке лишний? Кого не хватает?
13. Найдите исторические ошибки в тексте.

### **Ломоносов (текст с ошибками)**

„Велика сердцу скорбь лишиться чтенья книг!“ — каждое утро Михаил Власьевич огорченно повторял эти слова. Конечно, старость — не радость; но ведь в 60 лет он ещё крепок здоровьем и метко стреляет из ружья! А вот чтение книг и писание их сделались непосильны: ни одной буквы не различишь! То же самое — с микроскопом: прощай, бывлые опыты с дивными зверушками, процветающими в капле воды из грязной лужи!

Он едва успел разобраться к строению древесины; различил странные клетки красного цвета в человеческой крови — и задумался о причинах такого сходства. Не произошло ли дерево из множества одноклеточных растений, сросшихся воедино — наподобие морского коралла? Не является ли солёная кровь человека наследием далёких времён, когда живые существа обитали только в море — и мельчайшие из них приспособились жить внутри больших, снабжая их кислородом, а за это питаясь произведёнными белками? Увы — ни одну из этих гипотез академик Ломоносов не сможет проверить своеручным опытом! А чужими руками хорошую работу не сделаешь . . . Неужели оборвалась его научная карьера?

Нет, стыдно так рассуждать! Вон — его достойный друг Леопольд Эйлер не унывает в ещё худшей горести: ведь он совсем ослеп! Но Эйлер — математик; он открывает новые теоремы вслепую, а потом диктует их ученикам. Ломоносов же от века был экспериментатор: инженер, химик, физик и биолог в одном лице. Не он ли первый разложил воду на кислород и водород с помощью электробатареи — через год после того, как славный Луиджи Гальвани в Париже изобрёл это простое чудо? Не он ли дерзко вызвал на себя удар молнии — когда запустил в грозу воздушного змея, соединив его проводом с лейденской банкой? Старый друг Фридрих Вольф погиб в тот роковой день — светлая ему память!

Ломоносов тогда чудом уцелел — а потом изобрёл громоотвод и решил, что впредь не станет рисковать чужой жизнью ради новых истин. Оттого он отклонил просьбу светлейшего князя Георгия Потёмкина: создать для

русской армии бездымный порох. Всесильный фаворит обиделся на академика — и не отпустил Ломоносова в Москву, преподавать в любезном его сердцу университете . . . Не беда: в Москву поехали Рихман, Котельников, Магницкий, Адодуров и другие птенцы гнезда Ломоносова.

Сам же Михайло занялся опровержением давних заблуждений европейских химиков: Бойля, Кевендиша, Пристли и других. Как им невдомёк, что нет в Природе ни „теплорода“, ни „флогистона“? Есть лишь вольное и быстрое кружение атомов в пустоте — да ещё валентность атомов, располагающая их к соединению в молекулы! Вот только не удаётся точно измерить количество энергии, выделяемое одним фунтом любого вещества (хотя бы угля) при сгорании! Увы — эту задачу придётся оставить юным и зорким очам будущих студентов.

Что же делать самому Ломоносову? Не заняться ли дальнозоркому старцу астрономией? Если он (как прежде — славный Кеплер) смолоду различает фазы Венеры простым глазом — авось, в телескоп он увидит нечто совсем новое! Например, кольцо Сатурна: как оно устроено, и откуда появилось? Или кометы, никогда не возвращающиеся точно в срок: что тормозит или ускоряет их полёт? Не притяжение ли больших планет — Юпитера, Сатурна и Урана? Впрочем, эта задача скорее во вкусе Эйлера: он наверняка рассчитает по наблюдениям массы всех планет — включая Землю! У Ломоносова же давний интерес к кометам. Не прячутся ли среди них ещё неведомые планеты — возможно, столь же крупные, как Земля?

Так стареющий Ломоносов в очередной раз сменил научную специальность. Став астрономом, он обнаружил атмосферу Венеры; он первый заметил крохотные спутники Марса, а в 1773 году различил среди комет слабую звёздочку без хвоста, но с заметным диском — новую планету, получившую имя Нептун. Между делом, совершенствуя линзовый телескоп, Ломоносов изобрёл очки, подходящие для дальнозорких людей — в том числе для самого себя. Так учёный старик вернул себе заветное благо: чтение книг.

Обрадованный Ломоносов изложил на бумаге давно волновавшие его соображения о развитии наук в России. Петербургская Академия напечатала этот труд в юбилейном сборнике, посвящённом столетию Полтавской баталии. Тогда Ломоносов преподнёс Академии прощальный дар: стеклянную мозаику с изображением славной победы россиян над немцами, которая украсила роскошное здание при впадении Охты в Неву.

Уйдя в отставку в 70 лет, неукротимый старец посвятил остаток жизни увлечению своей юности. В рабочие часы он составил Учебник Российской Истории для гимназистов, а на досуге сочинил весёлый свод правил жизни при дворе: „Всеобщую Придворную Грамматику“, которую со смехом прочла и одобрила царица Екатерина Вторая. Она распорядилась поставить Ломоносову скромный памятник возле домика Петра 1 — на берегу Невы, рядом с „Домом Академиков“, где он стоит поныне.

## Решения задач конкурса по истории

Из общего числа участников турнира (2637 — только Москва) в конкурсе по истории участвовало 439 человек — заметно больше, чем в прошлом году. Но это не сказалось на среднем качестве работ: число премий составило 17 (было 15), число похвальных отзывов — 60 (было 56). Напротив, число „умеренно слабых“ работ возросло в 1,5 раза: с 90 до 135. Причина такой разницы ясна: среди 12 задач нашлись 3 сравнительно лёгких (2, 6, 11), по которым каждый школьник может иметь своё суждение.

Более трудные задачи — 3, 4, 10 — проверяют наличие у школьников исторической культуры или хотя бы значительной эрудиции.

Специально для эрудитов были предложены четыре задачи повышенной трудности — 5, 7, 9 и 12.

*1. Серп и молот в гербе СССР были символами священного труда. Какие символы играли ту же роль в Древнем Египте?*

В торжественных случаях фараон держал в руках символ скотоводства (пастушеский посох с большим крюком) и символ земледелия (молотильный цеп, похожий на плеть).

На этот вопрос не смог ответить ни один школьник старше 7 класса! Очевидно, подростки не верят своей зрительной памяти; только дети помнят, какие предметы держит в руках фараон на парадном портрете. Пастуший посох и цеп — эти орудия связывали владыку Египта с Чёрной Землёй, над которой он властвовал. Наилучшее решение этой задачи предложил Станислав Федотов из 7 класса 1199 школы.

*2. Составьте краткую биографию (или автобиографию) одного из участников Троянской войны.*

Казалось бы, легко сочинить биографию одного из героев Троянской войны. Кто же их не знает: Ахилла и Агамемнона, Гектора и Париса, Одиссея и Энея! Но чтобы создать **оригинальную** биографию, нужно выбрать более свежий сюжет: к сожалению, это не удалось никому из участников турнира. Так, не было предложено биографий **богов** — разжигателей и активных участников войны между греками. Никто не дерзнул сочинить мемуар об этой войне от имени невезучей пророчицы Кассандры или страдальца Приама.

*3. Перечислите нескольких врагов Юлия Цезаря. Каковы были причины вражды? Чем она завершилась?*

В юности врагом Цезаря был диктатор Сулла. Он пощадил Цезаря, по просьбе жрецов — но Цезарю пришлось скрываться вдали от Рима, пока Сулла не умер. Соперником Цезаря на пути к власти был Марк Бибул — его коллега в должностях эдила и консула. Бибул умер от огорчения в пору Гражданской войны, не сумев разбить флот Цезаря. Непримирым врагом Цезаря был республиканец Марк Катон: он покончил с собой после разгрома Цезарем помпейцев в Африке. Гней Помпей стал врагом Цезаря,

когда тот начал соперничать с ним за первенство в Риме. Помпей был разбит Цезарем при Фарсале, а потом убит в Египте. Главные враги Цезаря при покорении Галлии — германец Ариовист и галл Верцингеториг — были побеждены Цезарем и погибли. Лучший соратник Цезаря в Галльской войне — Тит Лабий перешёл на сторону Помпея из зависти к успехам Цезаря. Лабий погиб в последней битве республиканцев против Цезаря — при Мунде. Сподвижник Помпея — Гай Кассий был помилован Цезарем. Но потом он организовал заговор против Цезаря, завершившийся убийством диктатора. Позднее Кассий и Брут погибли в войне против наследника Цезаря — Октавиана.

Такие задания чётко отделяют „знаек“ от „полузнаек“. Первые уверенно перечисляли до десятка исторических персон. Сулла и Помпей, Брут и Кассий, Катон Младший и Цицерон, Верцингеториг и Фарнак — все они по разным причинам вставали поперёк пути Цезаря, с разными последствиями для него и для себя. Школьники-знатоки приводили краткие биографии этих деятелей и вспоминали более экзотичных людей: нумидийского царя Юбу и римского трибуна Куриона, а также консула Марка Бибула и полководца Тита Лабия — сподвижников Цезаря, которые восстали, не выдержав давления его сокрушающей личности. Лучшую коллекцию противников Цезаря собрала Лена Кирьянова, ученица 10 класса 57 школы. Спасибо ей!

Но шедевры полузнаек тоже достойны размышления. Очень многие школьники причислили к врагам Цезаря Марка Красса — раз он был членом известного триумвирата. Это несправедливо: напротив, богач Красс щедро финансировал разные предприятия молодого Цезаря и пожал плоды своих инвестиций в конце жизни — когда Цезарь сумел помирить Красса с Помпеем. Лишь случайная гибель Красса в Парфии столкнула Цезаря с Помпеем на опустевшей римской сцене.

Столь же несправедливо врагами Цезаря называли Спартака, Катилину — и даже Марка Антония, который сперва отомстил убийцам своего друга и начальника, а потом женился на его вдове Клеопатре. В подавлении восстания Спартака Цезарь не участвовал, а бунтаря Катилину он и Красс тайно поддерживали — заслужив этим ненависть Цицерона и Катона.

*4. Представители каких народов были в числе дедов известных российских правителей? Назовите имена этих дедов и внуков.*

Дед князя Святослава 1 — варяжский конунг Рюрик. Дед двух сыновей князя Владимира (святые Борис и Глеб) — император Византии Роман 3. Тестем Ярослава Мудрого и дедом всех его сыновей был конунг Норвегии Олаф. Дедом Владимира Мономаха был император Константин 8 Мономах. Дедом старших сыновей Владимира Мономаха был отец его первой жены Гиты — король Англии Гарольд Саксонец. Дедом старших сыновей Даниила Галицкого был его первый тесть — половецкий хан Котян. Дедом младших сыновей Даниила был его второй тесть — брат литовского князя Миндовга. Дедом Александра Невского был осетинский князь. Дедом ярославских князей 14 века был тесть князя Фёдора Чёрного — монгольский хан Менгу Тимур. Все предки Екатерины 2 были немцы.

Приятно отметить, что в этой задаче очень немногие школьники увлеклись туманной генеалогией лидеров 20 века: Ленина и Сталина, Николая 2 и Хрущёва. Более мудрые ученики предпочли вспомнить предков русских князей: варягов и литовцев, византийцев и норвежцев, половцев и монголов. К сожалению, немногие довели эту идею до конца, назвав по именам конкретных дедов и внуков: Константина 9 Мономаха и Владимира 2 Мономаха, Витовта Литовского и Василия 2 Московского, Гарольда Саксонца и Мстислава Великого, хана Аепу и хорошо известного Игоря Святославича. А уж отца Екатерины 2 никто не смог назвать по имени — только по фамилии (Анхальт-Цербст). И на том спасибо . . .

*5. Сравните успехи и неудачи двух германских королей по имени „Фридрих 2“ — в области войны, дипломатии, политики и науки. Кого из них вы считаете более талантливым или более удачливым — и почему?*

Император Фридрих 2 Штауфен (1194–1250) был очень талантлив как полководец, дипломат, администратор, естествоиспытатель и лингвист. Но он не был удачлив — поскольку боролся за власть с римскими папами, авторитет которых среди католиков был неискореним. Король Пруссии Фридрих 2 Гогенцоллерн (1715–1786) был столь же разносторонне талантлив — и удачлив, пока оставался в рамках Западной Европы. Но как только он столкнулся с Россией — удачи оборвались, и он кончил жизнь вассалом Екатерины 2 (которую сам же послал в Россию).

Многие школьники не поверили, что в Германии могли быть два короля с одинаковыми именами и номерами — но из разных династий (Штауфены и Гогенцоллерны). В итоге одни участники писали о Фридрихе 2 Прусском (18 век), другие безуспешно сравнивали его с Фридрихом 1 Барбароссой (12 век). Только два эрудита: Максим Корольков из 10 класса 1514 гимназии и Самуил Вольфсон из 11 класса 57 школы — успешно сравнили самого удивительного из средневековых германских императоров (Фридриха 2 Штауфена) и его тёзку — самого талантливого и просвещённого короля Пруссии.

*6. В 12–14 веках Новгород был самым богатым, многолюдным и политически развитым городом Руси. Однако новгородцы не стремились объединить всю Русь под своей властью. Как это можно объяснить?*

Экономические связи новгородцев с Западной Европой склоняли их к экспансии в Прибалтику и на Урал (за сырьём); подчинение южных русских городов было им не нужно, достаточно было торговать с ними. Вдобавок, Западная Русь была в 14 веке под контролем Литвы, а Восточная Русь — под контролем Орды: война с этими великими державами разорила бы Новгород. К тому же, успехи Москвы в объединении Руси были оплачены ростом власти князя над москвичами: такая перспектива не соблазнила вольных новгородцев.

7. Выберите из списка географических названий те, которые соответствуют важным событиям — и объедините эти события в причинно связанные цепочки (чем меньше цепочек, чем они длиннее и разветвлённее — тем лучше). Дайте краткие объяснения найденных вами связей.

*Барнет, Босворт, Вена, Ведроша, Виттенберг, Вормс, Гранада, Исфахан, Кабо Торментозо, Каир, Кале, Канада, Круя, Куба, Куско, Малабар, Малага, Мариньяно, Мехико, Милан, Мюльхаузен, Нанси, Павия, Смоленск, Солдайя, Тарент, Таутон, Тула, Угра, Чальдиран, Шелонь.*

**Таутон** (1471) — **Барнет** (1473) — **Босворт** (1485): важнейшие сражения Войны Роз в Англии.

**Виттенберг** (1517) — **Вормс** (1521) — **Мюльхаузен** (1525): основные этапы Реформации в Германии.

**Малага** (1487) — **Гранада** (1492) — **Куба** (1504) — **Мехико** (1521) — **Куско** (1534): основные этапы испанской Реконквисты и Конквисты.

**Кабо Торментозо** (= мыс Доброй Надежды) (1488) — **Малабар** (1498): этапы португальской Конквисты.

**Солдайя** (1475) — **Круя** (1480) — **Тарент** (1481) — **Чальдиран** (1514) — **Каир** (1517) — **Вена** (1529): этапы натиска Османов на Европу и Северную Африку.

**Шелонь** (1471) — **Угра** (1480) — **Ведроша** (1500) — **Смоленск** (1510): этапы расширения Московской державы на запад.

**Нанси** (1477) — **Кале** (1453) — **Мариньяно** (1515) — **Милан** (1520) — **Павия** (1525): этапы французской экспансии после Столетней войны.

Отгадывание исторических событий по местам, где они происходили — дело трудное даже для профессионала. Очень многие участники турнира запутались в задаче, потому что ошиблись в начальном диагнозе: какая эпоха имела в виду? Вместо истинных хронологических рамок (рубеж 15–16 веков) школьники безуспешно пытались связать предложенные места во Франции, России, Италии и Египте с боевой карьерой Наполеона. Такой ошибки избежал Максим Корольков: он верно угадал эпоху и события, происходившие тогда в указанных городах. Но Максиму не удалось объединить выявленные события в удачные смысловые цепочки. С этим делом справился Володя Садовский из 10 класса 152 школы.

Сначала он выделил города, входившие в империю Карла 5 Габсбурга; потом указал последовательность подчинения этих городов предками Карла или его полководцами. Вначале были Малага и Гранада (финал Реконквисты); потом начались завоевания в Америке (Куба, Мехико, Куско); одновременно шла война с Францией за Северную Италию (Милан, Павия).

К сожалению, никто не заметил остающиеся имперские города — Виттенберг, Мюльхаузен и Вормс: они связаны вместе деятельностью Лютера и других протестантов. Зато Садовский различил тройку английских городов, связанных Войной Роз: Барнет, Таутон и Босворт. Вероятно, тут подсказкой послужило хорошее знакомство с хрониками Шекспира.

Выделить „русскую тройку“ мест и событий: Шелонь — Угра — Смо-

ленск смогли многие участники турнира. Но никто не сумел дополнить эту тройку до пятёрки, подключив реку Ведрошу (место победы войск Ивана 3 над литовцами, отдавшей Москве Чернигов) и город Тулу (где москвичам пришлось отражать набег татар вскоре после присоединения Смоленска).

Никто из участников турнира не сумел выстроить причинно связанную цепочку **турецких** побед и завоеваний в конце 15 века: Круя (захват Албании), Солдайя (оплот в Крыму), Тарент (десант в Италии). Эту цепь прервал переворот Исмаила Сефеви в Исфахане (1500 год): в тылу у турок возродился могучий враждебный Иран. Остановить персов турки сумели лишь в 1514 году при Чальдиране; после этого они захватили Каир (1517 год) и рванулись прямо на Вену. Там натиск турок иссяк в 1529 году — когда Кортес уже захватил Мексику, а Писарро ещё мечтал о покорении Перу.

*8. Составьте диалог-спор между Суворовым и Бонапартом о принципах военного искусства. Дата спора — весна 1800 года.*

Неожиданно коварной оказалась задача о Суворове и Бонапарте: составить их воображаемый диалог, отнесенный к 1800 году. Большинство школьников изобразили спор или даже **ссору** двух полководцев — не учитывая того, как высоко оценивал старый русский маршал молодого французского генерала. „Он — колдун! Чудо-богатырь! Широко шагает мальчик! Трудно его унять . . . Я почитаю Божьим наказанием, что не встречался с ним!“ — таковы оценки, звучавшие до 1799 года. Как изменилось мнение Суворова о Бонапарте, захватившем власть над Францией — этого мы не знаем; не подумали об этом и участники турнира.

Приятным исключением стала работа Олеси Деснянской из 10 класса 1199 школы. Она заметила, что взгляды обоих полководцев на принципы воспитания солдат и руководства войсками были очень близки; скорее всего, их встреча (не на поле боя) вылилась бы в дружескую беседу. Но записать такую беседу Олеся не решилась.

Другое изящное исключение — работа Стеллы Аслибемян из 1555 лингвистической гимназии. В ее тексте Наполеон говорит (и пишет) на хорошем французском языке; Суворов его отлично понимает. Насколько хорошо понимал Бонапарт русскую речь Суворова — не ясно.

*9. Назовите деятелей российской истории, носивших псевдонимы:*

*Андрей, Борода, Грач, Гусь, Дау, Дора, Камо, Кентавр, Коба, Малино, Минога, Пёс, Рамзай, Серго, Старик, Фриц.*

*Чем известны эти люди?*

Российские революционеры: Ленин („Старик“), Сталин („Коба“), Крупская („Минога“), Свердлов („Андрей“), Бауман („Грач“), Орджоникидзе („Серго“), Тер-Петросян („Камо“).

Российские разведчики и военачальники: Р. Я. Малиновский („Малино“), И. В. Батов („Фриц“), Рихард Зорге („Рамзай“), Шандор Радо („Дора“).

Российские ученые: математики П. С. Александров („Пёс“) и А. Н. Колмогоров („Гусь“), физики Л. Д. Ландау („Дау“), П. Л. Капица („Кентавр“) и И. В. Курчатов („Борода“).

*10. Назовите 10 первых маршалов Советского Союза. Когда и за что они получили это звание? Чем закончились их биографии?*

Маршалы 1935 года: Будённый, Блюхер, Ворошилов, Егоров, Тухачевский.

Маршалы 1940 года: Кулик, Тимошенко, Шапошников.

Маршалы 1943 года: Василевский, Жуков, Сталин.

В прошлом Егоров и Шапошников — полковники, а Тухачевский и Блюхер — младшие офицеры царской армии. Будённый, Ворошилов, Кулик и Тимошенко — командиры Первой Конной армии, известные Сталину по Гражданской войне. Тухачевский стал противником Сталина после неудачной попытки завоевать Польшу в 1920 г. Жуков и Василевский (солдаты царской армии, потом — младшие командиры Красной Армии) выделились талантом среди военачальников — выдвиженцев 1937 года. Блюхер, Егоров и Тухачевский были расстреляны Сталиным по обвинению в измене (1937–1938 годы). Кулик был в 1941 году разжалован за бездарность, а после войны — расстрелян за „политические разговоры“. Будённый и Ворошилов уцелели (ввиду полного послушания Сталину во всех политических делах); но после войны они не играли заметной роли. Жуков подвергся опале дважды: после войны — от Сталина (вместе с Тимошенко), а в 1957 году — от Хрущёва (вместе с Василевским).

Полнота знаний военной истории 20 века среди участников турнира оказалась невелика. Все вспомнили маршала Жукова; большинство на этом остановилось. Никто не выделил **три** волны советских маршалов: 1935, затем 1940 и 1943 годов, когда Сталин пополнял бреши среди своих выдвиженцев. Многие называли маршалов четвёртого — массового поколения 1944 года (Рокоссовского и Конева, Малиновского и Мерецкова). Никто не различил первых маршалов по их дореволюционным биографиям: полковников Генштаба (Егоров и Шапошников), удалых лейтенантов (Тухачевский и Рокоссовский), лихих унтеров Первой Мировой войны (Будённый и Блюхер) и столь разных питомцев Первой Конной армии, как Ворошилов, Тимошенко и Кулик.

Зато многие полузнайки причисляли к маршалам не только командармов из круга Тухачевского (Якира и Уборевича), но и первых красных командиров: Фрунзе и Чапаева. Иные юноши называли маршалами Советского Союза даже Суворова и Кутузова! Хотя все герои Гражданской войны с иронией относились к высоким чинам, а „орлы времён Екатерины“ вряд ли одобрили бы новую безбожную российскую империю . . .

*11. Перечислите 10 важнейших событий 20 века: по одному из каждого десятилетия. Какие из этих событий можно было предсказать хотя бы за 10 лет до их наступления?*

1905 — появление Теории Относительности;

1914 — начало 1 Мировой войны;

1922 — возникновение СССР;

1933 — приход нацистов к власти в Германии;

1939 — начало 2 Мировой войны;



1945 — появление ядерного оружия и ООН;  
1953 — открытие молекулярной основы наследственности (ДНК);  
1957 — первый искусственный спутник Земли;  
1961 — начало „эры космонавтики“ (полёт Юрия Гагарина);  
1973 — начало „разрядки“ между СССР и США;  
1989 — крах „Системы социализма“ в Западной Европе;  
1989 — компьютерно-спутниковая система связи на всей Земле;  
1991 — распад СССР.

Легко судить о первых 70 годах уходящего века. В них вместились две мировые войны, две российские революции, рождение фашистских режимов в Европе, появление самолётов и танков, атомных бомб и компьютеров, выход людей в Космос и их высадка на Луне — а также выяснение структуры атома и генетического кода живых организмов. Сложнее оценить последнюю треть 20 века: чем она замечательна, кроме распада СССР? Тут большинство участников турнира начали мельчить: вспоминали войны США во Вьетнаме и СССР в Афганистане, „разрядку“ Брежнева и „перестройку“ Горбачёва, последний всплеск холодной войны при Андропове и „бархатные“ революции в Восточной Европе. Но ни один школьник не вспомнил о ярких научных открытиях конца века: тут наблюдение тяжёлых кварков в новых частицах и „чёрных дыр“ (квазаров) в ядрах галактик, доказательство Большой Теоремы Ферма и картирование генома человека, деятельность Римского клуба по экологическому просвещению человечества — и так далее . . .

*12. Осман, Али, Абд-аль-Малик, Валид, Сулейман, Хишам, Марван, Мансур.*

*Когда жили и чем прославились эти люди? Кто в этом списке лишний? Кого не хватает?*

Это — перечень арабских **халифов** из династии Омейядов, которые правили Халифатом из Дамаска в 660–750 годах. В списке отсутствует Муавия — основатель династии Омейядов. Зато присутствуют Али (он стал халифом, как зять пророка Мухаммеда — но не был Омейядом) и Мансур (он истребил последних Омейядов и основал новую династию халифов — Аббасидов, со столицей в Багдаде).

История Исламского мира почти не знакома участникам турнира. Задача о героях Ислама подчинилась лишь одному юному знатоку: Андрею Торгашину из 9 класса 1513 школы. Он не только понял, что речь идёт об арабских халифах (это угадали около 10 человек), но и сообразил, что почти все они — из династии Омейядов, а последний (Мансур) — из рода Аббасидов, которые перебили Омейядов. Единственное, чего не заметил Андрей — это принадлежность Османа к роду Омейядов (тогда как Али среди них — чужак) и пропуск первого, самого важного Омейяда — Муавии. Но всё равно: спасибо уникальному любителю истории Халифата из московской гуманитарной гимназии!

### 13. Найдите исторические ошибки в тексте.

Для удобства приводим текст с ошибками ещё раз. Все ошибки выделены *курсивом* и снабжены номерами, соответствующими пунктам пояснения. Список ошибок по номерам см. на стр. 82

#### **Ломоносов** (текст с ошибками)

„Велика сердцу скорбь лишиться чтенья книг!“ — каждое утро Михаил Власевич<sup>1</sup> огорчённо повторял эти слова. Конечно, старость — не радость; но ведь в 60 лет<sup>2</sup> он ещё крепок здоровьем и метко стреляет из ружья! *А вот чтение книг и писание их сделались непосильны: ни одной буквы не различишь!*<sup>3</sup> То же самое — с микроскопом: *процай, бывле опыты с дивными зверушками, процветающими в капле воды из грязной лужи!*<sup>5</sup> Он едва успел разобраться к строению древесины<sup>6</sup>; различил странные клетки красного цвета в человеческой крови<sup>7</sup> — и задумался о причинах такого сходства. *Не произошло ли дерево из множества одно-клеточных растений, сросшихся воедино — наподобие морского коралла?*<sup>8</sup> *Не является ли солёная кровь человека наследием далёких времён, когда живые существа обитали только в море*<sup>9</sup> — и мельчайшие из них приспособились жить внутри больших<sup>10</sup>, снабжая их кислородом<sup>12</sup>, а за это питаясь произведёнными белками<sup>11</sup>? Увы — ни одну из этих гипотез академик Ломоносов не сможет проверить своеручным опытом! А чужими руками хорошую работу не сделаешь . . . Неужели оборвалась его научная карьера?

Нет, стыдно так рассуждать! Вон — его достойный друг<sup>14</sup> Леопольд<sup>13</sup> Эйлер не унывает в ещё худшей горести: ведь он совсем ослеп!<sup>15</sup> Но Эйлер — математик; он открывает новые теоремы вслепую, а потом диктует их ученикам. Ломоносов же от века был экспериментатор: инженер, химик, физик и биолог<sup>16</sup> в одном лице. *Не он ли первый разложил воду на кислород и водород с помощью электробатарей — через год после того, как славный Луиджи Гальвани в Париже изобрёл это простое чудо?*<sup>17</sup> *Не он ли дерзко*<sup>19</sup> *вызвал на себя удар молнии — когда запустил в грозу воздушного змея, соединив его проводом с лейденской банкой?*<sup>18</sup> Старый друг Фридрих Вольф погиб в тот роковой день<sup>20</sup> — светлая ему память!

Ломоносов тогда чудом уцелел — а потом изобрёл громоотвод<sup>18</sup> и решил, что впредь не станет рисковать чужой жизнью ради новых истин. Оттого он отклонил просьбу светлейшего князя Георгия<sup>21</sup> Потёмкина: создать для русской армии бездымный порох<sup>23</sup>. Всесильный фаворит<sup>22</sup> обиделся на академика — и не отпустил Ломоносова в Москву<sup>25</sup>, преподавать в любезном его сердцу университете . . . Не беда: в Москву поехали Рихман<sup>24</sup>, Котельников, Магницкий, Адодуров<sup>24</sup> и другие птенцы гнезда Ломоносова.

Сам же Михайло занялся опровержением давних заблуждений европейских химиков: *Бойля*<sup>27</sup>, *Кевендиша*, *Пристли*<sup>26</sup> и других. Как им невдомёк, что нет в Природе ни „теплорода“, ни „флогистона“<sup>27</sup>? Есть лишь вольное и быстрое кружение атомов в пустоте — *да ещё валентность атомов, располагающая их к соединению в молекулы*<sup>28</sup>! *Вот только не удаётся точно измерить количество энергии, выделяемое одним фунтом любого вещества (хотя бы угля) при сгорании!*<sup>30</sup> Увы — эту задачу придётся оставить юным и зорким очам будущих студентов.

Что же делать самому Ломоносову? Не заняться ли дальнзоркому старцу астрономией? Если он (*как прежде — славный Кеплер*)<sup>31</sup> смолоду различает фазы Венеры простым глазом — авось, в телескоп он увидит нечто совсем новое! *Например, кольцо Сатурна: как оно устроено, и откуда появилось?*<sup>32</sup> Или кометы, никогда не возвращающиеся точно в срок: *что тормозит или ускоряет их полёт?*<sup>34</sup> Не притяжение ли больших планет — Юпитера, Сатурна и Урана<sup>35</sup>? Впрочем, эта задача скорее во вкусе Эйлера: *он наверняка рассчитает по наблюдениям массы всех планет*<sup>36</sup> — *включая Землю*<sup>37</sup>! У Ломоносова же давний интерес к кометам. Не прячутся ли среди них ещё неведомые планеты — возможно, столь же крупные, как Земля?

Так стареющий Ломоносов в очередной раз сменил научную специальность. Став астрономом, *он обнаружил атмосферу Венеры*<sup>33</sup>; *он первый заметил крохотные спутники Марса*<sup>40</sup>, а в 1773 году различил среди комет слабую звёздочку без хвоста, но с заметным диском — *новую планету, получившую имя Нептун*<sup>38</sup>. Между делом, *совершенство линзовый телескоп*,<sup>39</sup> *Ломоносов изобрёл очки, подходящие для дальнзорких людей*<sup>4</sup> — в том числе для самого себя. Так учёный старик вернул себе заветное благо: чтение книг.

Обрадованный Ломоносов изложил на бумаге давно волновавшие его соображения о развитии наук в России. Петербургская Академия напечатала этот труд в юбилейном сборнике, посвящённом столетию Полтавской баталии. *Тогда Ломоносов преподнёс Академии прощальный дар*<sup>41</sup>: *стеклянную мозаику с изображением славной победы россиян над немцами*<sup>42</sup>, *которая украсила роскошное здание при впадении Охты в Неву*<sup>43</sup>.

*Уйдя в отставку в 70 лет*<sup>2</sup>, неукротимый старец посвятил остаток жизни увлечению своей юности. В рабочие часы *он составил Учебник Российской Истории для гимназистов*<sup>44</sup>, а на досуге *сочинил весёлый свод правил жизни при дворе: „Всеобщую Придворную Грамматику“*<sup>45</sup>, которую со смехом прочла и одобрила *царица Екатерина Вторая*<sup>46</sup>. Она распорядилась поставить Ломоносову скромный памятник *возле домика Петра 1 — на берегу Невы, рядом с „Домом Академиков“*<sup>48</sup>, *где он стоит поныне*<sup>47</sup>.

### Перечень ошибок

1. Отчество Ломоносова — Васильевич, а не Власьевич.
2. Ломоносов прожил только 54 года (1711–1765).
3. Всю жизнь у Ломоносова было хорошее зрение.
4. В эпоху Ломоносова уже были распространены очки — как для близоруких, так и для дальнозорких.
5. Ломоносов мало работал с микроскопом и изучением микробов не увлекался (хотя знал о них — из работ Левенгука).
6. Клеточное строение древесины установил Гук в 1670-е годы.
7. Эритроциты в крови обнаружил Свамердам — до Ломоносова.
8. Гипотеза о происхождении многоклеточных растений и животных из одноклеточных предков появилась только в 19 веке.
9. Гипотеза о происхождении крови из морской воды также появилась в 19 веке.
10. Гипотеза о симбиотическом происхождении сложных клеток появилась только в 20 веке — после обнаружения особой ДНК внутри митохондрий и хлоропластов.
11. Роль белков в живых организмах была выяснена только в 19 веке.
12. Ломоносов не знал о существовании кислорода: его открыли вскоре после смерти Ломоносова Шееле и Пристли.
13. Эйлер звали Леонард, а не Леопольд.
14. По стечению обстоятельств, Эйлер и Ломоносов никогда не встречались — хотя хорошо знали друг друга по печатным работам.
15. Эйлер ослеп вскоре после своего возвращения в Петербург — в 1768 году (после смерти Ломоносова).
16. Ломоносов не был биологом — да и слова такого ещё не было: были зоологи, ботаники, физиологи и т. п.
17. Электробатарей изобрёл Алесандро Вольта в 1799 году. Вскоре Никольсон разложил с её помощью воду. Всё это — после смерти Ломоносова.
18. Первым исследовал грозу с помощью воздушного змея и лейденской банки (электроконденсатора) Бенджамен Франклин — современник Ломоносова. Он стал изобретателем громоотвода.

19. Ломоносов начал опыты с электричеством, узнав об открытиях Франклина. При этом он сам уцелел — но его друг Рихман погиб от удара шаровой молнии.
20. Химик Фридрих Вольф был учителем Ломоносова в Германии. Он не ставил опытов с электричеством и умер не от несчастного случая.
21. Имя князя Потёмкина — Григорий, а не Георгий.
22. Потёмкин стал фаворитом (и мужем) Екатерины 2 много позже смерти Ломоносова.
23. Бездымный порох был изобретён в 19 веке.
24. Магницкий — автор учебника арифметики, по которому учился Ломоносов. Физик Рихман — ровесник и друг Ломоносова. Адодуров — лингвист, современник и знакомый Ломоносова. Только математик Котельников был учеником Ломоносова и стал профессором Московского Университета в 1755 году.
25. В Москву Ломоносова не отпустили руководители Академии Наук — чтобы он не воспитывал студентов такими же буянами, как он сам.
26. Кевендиш и Пристли — младшие современники Ломоносова. Он не успел узнать об их открытиях (водород, кислород и т. д.)
27. В отличие от Роберта Бойля, Ломоносов не признавал гипотезу о „теплороде“, считая теплоту лишь проявлением движения молекул в веществе. Но он допускал существование „флогистона“ — основы химических реакций, похожей по свойствам на ещё не открытый кислород.
28. Ломоносов не догадывался о таком свойстве атомов, как валентность. Она была открыта в начале 19 века — когда обнаружили пропорции весов среди веществ, вступающих в химическую реакцию. Разница между атомами и молекулами была выяснена в середине 19 века.
29. Единственная ошибка Бойля, которую исправил Ломоносов — это гипотеза об **увеличении** веса веществ в ходе химической реакции. Ломоносов доказал опытами, что суммарный вес реагентов (включая воздух) сохраняется.
30. Найти коэффициент преобразования тепловой энергии в механическую впервые удалось Томпсону (лорду Румфорду) в конце 18 века. Но Ломоносов был уверен в возможности „пересчёта тепла в работу“.
31. У Кеплера было слабое зрение. Но его мать различала фазы Венеры; она приохотила сына к астрономии.
32. Строение колец Сатурна было выяснено в конце 17 века. Но их происхождение (из кометы) оставалось тайной до 20 века.

33. Ломоносов обнаружил атмосферу Венеры, наблюдая ее прохождение по диску Солнца в 1762 году.
34. Ломоносов не занимался небесной механикой: он понимал, что в этой области нужно такое владение высшей математикой, которое ему не дано. Соревноваться с Эйлером или Лагранжем он не мог.
35. Планета Уран была открыта после смерти Ломоносова — в 1781 году.
36. Рассчитывать массы планет по отклонениям комет астрономы научились в середине 18 века. Это делали Эйлер, Клеро, Лагранж.
37. Первую оценку массы Земли получил Кевендиш в конце 18 века — по измерениям притяжения между шарами с помощью крутильных весов.
38. Планета Нептун была открыта в середине 19 века.
39. Ломоносов и другие астрономы его эпохи пользовались обычно не линзовыми, а зеркальными телескопами.
40. Спутники Марса были обнаружены в середине 19 века.
41. Столетие Полтавской битвы отмечалось в 1809 году — много позже смерти Ломоносова.
42. Мозаика Ломоносова изображает победу армии Петра 1 над шведами — а не над немцами.
43. Здание Академии Наук в Петербурге (с мозаикой Ломоносова) стоит на берегу Васильевского острова. Река Охта впадает в Неву выше по течению.
44. Ломоносов начал писать учебник русской истории для юношей — но не успел закончить эту книгу.
45. „Всеобщую Придворную Грамматику“ написал не Ломоносов, а Фонвизин — писатель следующего поколения. Эта книга — грустная и злая сатира на любую бюрократию.
46. Молодая Екатерина 2, не искушённая в естествознании, не ценила талант Ломоносова — и не любила его, как „грубияна“.
47. Памятники Ломоносову появились в России только в 20 веке.
48. „Дом Академиков“ (на Васильевском острове) стоит гораздо ниже по течению Невы, чем домик Петра 1 (на Петроградской стороне).

Наилучших результатов в поиске ошибок достигли Георгий Рыбаков (11 класс) и Евгений Горский (10 класс 57 школы). Оба они — ветераны

турнира им. Ломоносова, а Женя — лауреат Всероссийской Математической Олимпиады 1999 года. Евгений нашёл в тексте 22 ошибки, Георгий — 20 (из примерно 50 возможных).

Поучительны и огрехи, допущенные этими знатоками. Оба считают, что атмосфера Венеры была открыта лишь в 20 веке; между тем М. В. Ломоносов и Джеймс Кук обнаружили её почти одновременно — наблюдая прохождение Венеры по диску Солнца в 1762 году. Евгений полагает, что понятие энергии ввёл Джоуль в 19 веке — но его ввели Валлис и Лейбниц ещё в 17 веке. Они обнаружили факт сохранения механической энергии; Джоуль распространил этот закон на тепловые явления. Далее, Георгий думает, что совершенствование линзового телескопа — дело Ньютона (который на самом деле построил первый **зеркальный** телескоп). Евгений же путает последовательность жизни основоположников химии: он считает современниками Бойля (который умер до рождения Ломоносова) Кевендиша и Пристли (которые, будучи моложе Ломоносова, сделали свои открытия после его смерти). Наконец, Георгий забыл о том, что Ломоносов начал составлять (но не успел закончить) учебник Российской истории для гимназистов.

Но всё это — заблуждения знатоков. Большинство участников турнира делали более странные и смешные ошибки. Например, многие не считают Ломоносова академиком. Другие не ведают, что Ломоносов и Эйлер — современники (и почти ровесники), либо не знают об их заочном знакомстве и взаимной приязни. Третьи не считают Ломоносова инженером — хотя он был вынужден изобрести и построить много новых приборов для своих опытов. Четвёртые считают Ломоносова изобретателем бездымного пороха (тут путаница с Менделеевым). Пятые не слышали, что клетки древесины были открыты Гуком, а эритроциты — Свамердамом, ещё в 17 веке.

Наконец, отдельные „чемпионы заблуждений“ уверены, что в эпоху Ломоносова не был известен Сатурн (тут путаница с Ураном), или что Ломоносов не знал о законе всемирного тяготения, или что он жил в Москве и преподавал в МГУ. Напомним: все это — ошибки, допущенные **лауреатами** конкурса по истории. Поистине, на каждого мудреца довольно и простоты! Но нельзя стать мудрецом иначе, чем совершив множество ошибок. Турнир Ломоносова и иные олимпиады ежегодно предоставляют такую возможность множеству российских школьников, и это — благо для всех нас.

В заключение назовём те школы, ученики которых получили наибольшее число премий и похвальных отзывов на конкурсе по истории. Вот их номера: 57, 218, 1199 (более одной премии); 2, 45, 91, 152, 326, 444, 820, 1243, 1510, 1513, 1514, 1543, 1555, 1567 (одна премия, или хотя бы два похвальных отзыва).

## Конкурс по лингвистике

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

### Задачи

#### 1. (И. Н. Шахова).

Даны фразы на итальянском языке и их переводы на русский язык. Часть слов пропущена.

- |   |   |                                      |
|---|---|--------------------------------------|
| 1. Giuseppe sparirà tra due giorni.     | — | <i>Джузеппе исчезнет . . . .</i>     |
| 2. Luigi è partito tre giorni dopo.     | — | <i>. . . уехал . . . дня.</i>        |
| 3. Luigi uscirà tra tre ore.            | — | <i>. . . выйдет через . . . .</i>    |
| 4. Giuseppe è sparito quattro ore dopo. | — | <i>. . . через четыре . . . .</i>    |
| 5. Luigi è uscito due ore dopo.         | — | <i>. . . вышел . . . два . . . .</i> |
| 6. Giuseppe . . . quattro giorni.       | — | <i>. . . уедет через . . . .</i>     |
| 7. Giuseppe è uscito . . . .            | — | <i>. . . три часа.</i>               |
| 8. . . . tre giorni.                    | — | <i>Луиджи выйдет . . . .</i>         |
| 9. Luigi . . . due . . . .              | — | <i>. . . исчезнет . . . часа.</i>    |

Заполните пропуски. Объясните свое решение.

#### 2. (М. Е. Алексеев)

Даны предложения на табасаранском<sup>4</sup> языке и их переводы на русский язык в перепутанном порядке:

Узу уву агуразаву.

Учу учву бисурачачву.

Узу учву бисуразачву.

Уву учу агуравачу.

*Я ловлю вас.*

*Ты ищешь нас.*

*Мы ловим вас.*

*Я ищу тебя.*

**А.** Определите правильный перевод каждого табасаранского предложения.

**Б.** Переведите на табасаранский язык следующие предложения:

1. *Вы ловите меня.*

2. *Мы ищем тебя.*

3. *Вы ловите нас.*

4. *Ты ищешь меня.*

---

<sup>4</sup>Табасаранский язык — один из литературных языков Дагестана; на нём говорят около 100 000 человек.



### 3. (Е. В. Муравенко)

Даны предложения на японском языке (в русской транскрипции) и их переводы на русский язык:

1. Сэйто-га хако-но нака-кара нэко-о тору.  
*Ученик берёт кошку из коробки.*
2. Сэйто-га тэнто-но нака-дэ тэгами-о ёму.  
*Ученик читает письмо в палатке.*
3. Ину-га цукуэ-но сита-дэ хонэ-о каму.  
*Собака грызёт кость под столом.*
4. Нэдзуми-га тодана-но сита-кара нодзоку.  
*Мышка выглядывает из-под шкафа.*
5. Нэко-га кабэ-но усиро-дэ каку.  
*Кошка скребётся за стеной.*
6. Мусуко-га иэ-но усиро-ни ику.  
*Мальчик идёт за дом.*
7. Мусуко-га тэнто-но нака-ни цукуэ-о оку.  
*Мальчик ставит стол в палатку.*

#### А. Переведите на русский язык:

1. Мусуко-га тодана-но нака-кара тэнто-о тору.
2. Нэдзуми-га тэнто-но усиро-дэ тэгами-о каму.
3. Сэйто-га цукуэ-но сита-ни хако-о оку.

#### Б. Переведите на японский язык:

1. *Собака скребётся в коробке.*
2. *Мальчик берёт мышку из-под стола.*
3. *Кошка выглядывает из-за палатки.*

## Решения задач конкурса по лингвистике

1. Порядок слов в итальянских предложениях такой же, как и в русских: подлежащее + сказуемое + обстоятельство времени. Сказуемое выражено глаголом в будущем или прошедшем времени. Форма будущего времени глагола в итальянском языке оканчивается на -га (sparira — 1, uscirà — 3), форма прошедшего времени состоит из двух частей: e . . . -to (e partito — 2, e uscito — 5). Обстоятельство времени в русском выражается с помощью предлога через (3, 4, 6). Однако, пытаюсь найти для этого слова эквивалент в итальянском, мы сталкиваемся с разными вариантами: tra перед существительным со значением времени (3) или dopo после такого существительного (4). В чём же разница? Сравнивая предложения 3 и 4, видим, что они обозначают разное время. Предполагаем, что tra употребляется после глаголов в будущем времени, dopo - в предложениях с глаголом в прошедшем времени (в этом случае в русском языке *через* можно заменить на *спустя*; кстати, в русском языке спустя может употребляться не только как предлог, но и как послелог, подобно итальянскому dopo, ср.: *уехал через два*

дня = уехал спустя два дня = уехал два дня спустя). Анализ других предложений подтверждает наше предположение о распределении *tra* и *dopo*. Перевод остальных слов затруднений не вызывает. Выполняем задание:

- |   |  |
|---|--|
| 1. Giuseppe sparirà tra due giorni.     | <i>Джузеппе исчезнет через два дня.</i>  |
| 2. Luigi è partito tre giorni dopo.     | <i>Луиджи уехал через три дня.</i>       |
| 3. Luigi uscirà tra tre ore.            | <i>Луиджи выйдет через три часа.</i>     |
| 4. Giuseppe è sparito quattro ore dopo. | <i>Джузеппе исчез через четыре часа.</i> |
| 5. Luigi è uscito due ore dopo.         | <i>Луиджи вышел через два часа.</i>      |
| 6. Giuseppe partirà tra quattro giorni. | <i>Джузеппе уедет через четыре дня.</i>  |
| 7. Giuseppe è uscito tre ore dopo.      | <i>Джузеппе вышел через три часа.</i>    |
| 8. Luigi uscirà tra tre giorni.         | <i>Луиджи выйдет через три дня.</i>      |
| 9. Luigi sparirà tra due ore.           | <i>Луиджи исчезнет через два часа.</i>   |

2. В русских фразах встречаются два глагола: *ловить* и *искать*. Им соответствуют табасаранские основы бисура- и агура-, к которым добавляются окончания, повторяющие местоимения (-за, -ча, -ва - первое, -ву, -чу, -чу — второе). Позиции местоимений определяют роль подлежащего или прямого дополнения. Дважды с основой бисура- во второй позиции находим учву. В русском ему соответствуют *ловлю вас, ловим вас*. Дважды в первой позиции (то есть в роли подлежащего) встречаем узу. В русском дважды в этой роли выступает местоимение *я*. Теперь можно выполнить задание:

- |           |                        |   |                      |
|-----------|------------------------|---|----------------------|
| <b>А.</b> | Узу уву агуразаву.     | — | <i>Я ищу тебя.</i>   |
|           | Учу учву бисурачаву.   | — | <i>Мы ловим вас.</i> |
|           | Узу учву бисурачаву.   | — | <i>Я ловлю вас.</i>  |
|           | Уву учу агуравачу.     | — | <i>Ты ищешь нас.</i> |
| <b>Б.</b> | <i>Вы ловите меня.</i> | — | Учву узу бисурачаву. |
|           | <i>Мы ищем тебя.</i>   | — | Учу уву агурачаву.   |
|           | <i>Вы ловите нас.</i>  | — | Учву учу бисурачаву. |
|           | <i>Ты ищешь меня.</i>  | — | Уву узу агурававу.   |

3. Прежде всего устанавливаем порядок слов в японских предложениях: подлежащее + распространитель с пространственным значением (+ прямое дополнение) + сказуемое. Подлежащее имеет окончание -га, прямое дополнение — о.

Для выражения пространственных отношений используются особые слова, в традиционной японистике называемые именными послелогами, которые по сути дела являются существительными со значением части пространства: *нака* 'место внутри' (фразы 1, 2, 7), *сита* 'низ' (фразы 3, 4), *усиро* 'место сзади' (фразы 5, 6). Существительное, предшествующее именному послелогу, ставится в родительном падеже (показатель -но). Сам послелог может употребляться с различными падежными показателями: -дэ (значение места) - *нака-дэ* (2), *сита-дэ* (3), *усиро-дэ* (5); -кара (значение исходной точки движения) — *нака-кара* (1), *сита-кара* (4); -ни (значение конечной точки движения) — *усиро-ни* (6), *нака-ни* (7). Таким образом, в целом сочетание „существительное + именной послелог“ выступает в роли различных

пространственных распространителей. Переводы остальных слов затруднений не представляют. Выполняем задание:

**А.**

1. Мусуко-га тодана-но нака-кара тэнтто-о тору.  
*Мальчик берёт палатку из шкафа.*
2. Нэдзуми-га тэнтто-но усиро-дэ тэгами-о каму.  
*Мышка грызёт письмо за палаткой.*
3. Сэйтто-га цукуэ-но сита-ни хако-о оку.  
*Ученик ставит коробку под стол.*

**Б.**

1. Собака скребётся в коробке.  
Ину-га хако-но нака-дэ каку.
2. Мальчик берёт мышку из-под стола.  
Мусуко-га цукуэ-но сита-кара нэдзуми-о тору.
3. Кошка выглядывает из-за палатки.  
Нэко-га тэнтто-но усиро-кара нодзоку.

---

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

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

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

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

## Критерии награждения. Статистика. Итоги.

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

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

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

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

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

+! правильное решение задачи, которое жюри считает нужным особо отметить,

+ правильное решение задачи

+ . правильное решение с недочётами (точка после + на результат не влияет, это способ обратить внимание школьника на недостатки в решении, не создать у него впечатления, что „всё правильно“),

± правильное решение с серьёзными недостатками,

+ / 2 ставится в двух случаях: или как промежуточная оценка между ± и ∓, или, если решение естественно распадается на две части (например, необходимость и достаточность) и сделана только одна,

± решение неправильное, но содержит существенные продвижения в нужном направлении (такая оценка не влияет на получение грамоты по предмету, учитывается в баллах многоборья),

– решение в целом неправильное, но есть незначительные продвижения в нужном направлении, утверждать, что „всё неправильно“ нельзя (при подведении итогов эта оценка учитывается также, как и –),

– решение полностью неправильное,

0 задача в работе не записана.

Точный смысл оценок определяется при проверке для каждой задачи по каждому предмету отдельно.

Такая системы оценок позволяет не только определить победителей, но и (что более важно) точно проинформировать каждого участника Турнира о его результатах и допущенных ошибках по каждой задаче (оценки сообщаются по почте). Это — своеобразный заочный диалог жюри со школьниками.

На конкурсе по **химии** каждая задача оценивается в баллах, в зависимости от правильности и полноты решения и класса, в котором учится участник Турнира. Критерии этих оценок приведены на странице 58.

На конкурсе по **астрономии и наукам о Земле** каждый вопрос также оценивается в баллах, в зависимости от полноты и правильности ответа. Критерии этих оценок приведены на страницах 22 – 44 вместе с правильными ответами и комментариями. Итоговый результат определяется суммой баллов.

На конкурсе по **биологии** каждый вопрос оценивается в баллах, итоговый результат определяется суммой баллов. Система оценок следующая: за каждое правильное утверждение (на уровне школьной программы; *A*) ставится 5 баллов ученикам 8–11 классов и 15 баллов ученикам 7 классов и младше. За каждое нетривиальное утверждение, существенно более глубокое по сравнению с материалом школьного учебника (*B*), ставится 10 баллов учащимся 8–11 классов и 20 баллов учащимся 7 классов и младше.

На конкурсе по **лингвистике** оценки переводятся в баллы:

$$+ = 6 \quad \pm = 4 \quad \frac{\pm}{2} = 3 \quad \mp = 2 \quad - = 0$$

Итоговый результат определяется суммой баллов.

На конкурсе по **истории** все работы оценивается жюри индивидуально.

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

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

**Таблица 1.** Критерии определения победителей Турнира.

конкурс	результат	класс					
		5	6	7	8	9	10
математика	грамота	$\pm \pm$		$(\pm \pm)$ кроме №1, 4a	$(\pm \pm)$ кр.№1, 2, 4a	$(\pm \pm)$ кр.№1, 2, 3, 4a	
		$\pm$ (кроме №1)		№1, 4a	$\pm(N^{\circ}1) \pm(N^{\circ}2) \pm$ (кр. №1, 2, 4a)		
	многоборье	$\pm(N^{\circ}1)$		$\pm$ (кр.№1)	$\pm(N^{\circ}1) \pm(N^{\circ}2)$ $\pm$ (кр. №1, 2, 4a)		
	макс. возм.	2 задачи		3 задачи			
физика	грамота	$\pm$	$\frac{\pm}{2} \frac{\pm}{2}$		$+$ $\frac{\pm}{2}$	$+$ ! $\frac{\pm}{2}$	$+$ $\pm \frac{\pm}{2}$
			$\pm$		$+$ !		$+$ $\pm$
	многоборье	$\mp \mp$	$\mp \mp \mp$		$+$		$\pm \pm \pm$
			$\frac{\pm}{2}$		$\frac{\pm}{2} \mp$	$\frac{\pm}{2} \frac{\pm}{2}$	$+$ $\pm$
	макс. возм.	–	5 задач	9,5 задач	10 задач	8 задач	7 задач
химия	грамота	3	3,5	8	> 9,5	> 10	
	многоборье	не присуждалось		4	> 4	> 5	
	макс. возм.	–	$61 + 2N$			$55,5 + 1,5N$	$55,5 + N$
	факт. макс.	4	9	35	23	26	39,5
биология	грамота	50	70		80	71	90
	многоборье	40	50	60	70	50	80
	макс. возм.	$15A + 20B$		$5A + 10B$			
	факт. макс.	90	110	165	185	260	270
лингвистика	грамота	10			12	15	
	многоборье	6				9	
	макс. возм.	18 (3 задачи по 6 баллов)					
астрономия	грамота	6		7	8		
	многоборье	4		5	6		
и науки о Земле	макс. возм.	баллы по задачам: 6, 3, 3, 4, 4, 3, 5, 5, 8, 6, 6; итого 53					
	факт. макс.	3	6	7	9	13	16
история	Определяется решением жюри персонально по каждой работе						
матем. игры	Определяется на месте решением членов жюри, проводящих конкурс					Конкурс не проводится	

**Примечания.** В графах „макс. возм.“ по математике и физике указано количество задач, рекомендованных соответствующим классам; решать задачи не своего класса разрешалось. Буквой  $N$  обозначено количество правильных примеров соединений, приведённых школьником в решении задачи № 2 по химии.

Победителем одновременно в 5 конкурсах является один участник Турнира — Тихонов Михаил, ученик 8 класса школы № 57 г. Москвы (физика, химия, биология, лингвистика, многоборье).

Победителями одновременно в 4 конкурсах являются 8 участников: Деревянкин Алексей (11 кл. 91 shk.), Изосимов Антон (8 кл. shk. „Муми-Троль“), Караванова Юлия (9 кл. 182 shk.), Кукоба Наталья (11 кл. 463 shk.), Лысов Иван (9 кл. 91 shk.), Панин Александр (11 кл. 57 shk.), Пилипенко Егор (8 кл. 2 shk.), Фильчиков Максим (11 кл. 463 shk.)

Победителями одновременно в 3 конкурсах являются 47 участников, в двух конкурсах — 253, только в одном конкурсе — 900 участников.

**Таблица 2.** Статистика результатов участников по конкурсам и классам.

**2.1.** Общее количество участников.

предмет\класс	5	6	7	8	9	10	11	всего
математика	6	78	325	380	399	306	269	1773
физика	1	6	123	245	230	167	136	908
химия	0	1	5	49	154	113	59	387
история	10	35	85	102	79	83	45	439
биология	13	44	211	280	240	201	92	1084
лингвистика	12	43	168	225	263	210	133	1054
астрон. и науки о Земле	15	42	124	149	109	108	66	613
математические игры	1	24	82	63	31	19	1	221

**2.2.** Количество победителей.

предмет\класс	5	6	7	8	9	10	11
математика	0	3	31	11	28	33	62
физика	1	1	33	95	64	33	22
химия	0	1	3	9	24	25	16
история	0	4	11	17	12	22	12
биология	2	24	69	125	124	144	49
лингвистика	0	1	7	27	20	27	28
астрон. и науки о Земле	0	3	10	20	17	10	17
математические игры	1	6	39	34	17	13	1

**2.3.** Количество школьников, получивших баллы участников многоборья.

предмет\класс	5	6	7	8	9	10	11
математика	1	8	60	53	51	51	40
физика	0	0	20	60	66	47	16
химия	0	0	0	7	61	28	14
история	3	12	21	33	29	20	17
биология	2	4	59	41	39	50	11
лингвистика	0	7	19	35	53	46	36
астрон. и науки о Земле	0	4	26	13	21	9	4
математические игры	0	18	43	29	14	6	0

В некоторых строках сумма по классам меньше числа, указанного в графе „всего“, это объясняется тем, что некоторые участники (около 20) нигде не указали класс, в котором они учатся. На конкурсе по математическим играм регистрировались только участники, получившие положительную оценку, именно эти цифры и приведены в качестве количества участников.

**Таблица 3.** Статистика последних лет.

Класс	3	4	5	6	7	8	9	10	11	Всего
Участников, 1994	0	0	2	10	175	276	308	197	138	1113
Участников, 1995	0	0	1	14	116	273	276	329	296	1311
Участников, 1996	0	0	12	66	387	427	495	391	446	2227
Участников, 1997	0	0	7	32	349	461	397	438	345	2029
<i>Грамот, 1997</i>	<i>0</i>	<i>0</i>	<i>2</i>	<i>11</i>	<i>115</i>	<i>209</i>	<i>182</i>	<i>231</i>	<i>201</i>	<i>951</i>
Участников, 1998	0	0	2	49	343	384	404	411	332	1926
<i>Грамот, 1998</i>	<i>0</i>	<i>0</i>	<i>0</i>	<i>17</i>	<i>131</i>	<i>142</i>	<i>182</i>	<i>192</i>	<i>179</i>	<i>843</i>
Участников, 1999	1	0	33	110	417	560	600	505	396	2637
<i>Грамот, 1999</i>	<i>0</i>	<i>0</i>	<i>4</i>	<i>42</i>	<i>185</i>	<i>292</i>	<i>291</i>	<i>222</i>	<i>173</i>	<i>1209</i>
Кол-во участников 1999 года, участво- вавших в 1998 г.	0	0	0	0	13	67	91	117	65	353
Кол-во участников 1998 года, участво- вавших в 1997 г.	0	0	0	1	14	82	130	86	107	420
Харьков, 1999 г. Участников	0	0	0	35	62	84	71	55	77	384
<i>Грамот</i>	<i>0</i>	<i>0</i>	<i>0</i>	<i>17</i>	<i>48</i>	<i>53</i>	<i>54</i>	<i>43</i>	<i>54</i>	<i>269</i>

**Таблица 4.** Сведения о количестве участников в Москве по школам.

школа	к-во	школа	к-во	школа	к-во	школа	к-во	школа	к-во
444	232	152	47	870	34	870	34	1555	20
905	103	1199	47	26	33	26	33	149	19
710	91	218	43	91	33	91	33	626	19
1018	73	853	40	511	29	511	29	1150	19
257	68	1543	40	982	29	982	29	1201	19
5	66	463	39	1678	29	1678	29	1180	18
602	59	1537	38	1534	26	1534	26	151	17
1510	59	1506	37	1514	24	1514	24	520	17
1040	53	2	35	1290	23	1290	23	1101	15
57	48	1567	35	1636	22	1636	22		

697,729,1006,1124,1151,1508 (всего 6 школ) — по 14 участников.

14,21,616,949,1410 (всего 5 школ) — по 13 участников.

507,568,933,1525 (всего 4 школы) — по 12 участников.

550,581,851,867,1015,1134,1925,Сотрудничества (всего 8 школ) — по 11 участников.

618,845,1218,1287 (всего 4 школы) — по 10 участников.

45,1000,1016,1923 (всего 4 школы) — по 9 участников.

7,109,763,856,964,1185,1224,15-Саров (всего 8 школ) — по 8 участников.

5,263,747,887,1013,1614,1628 (всего 7 школ) — по 7 участников.

4,79,363,491,521,951,962,1019,1263,1513,1528,1624,1828,1883,1940 (всего 15 школ)

— по 6 участников.

234,395,479,517,548,556,557,912,983,1189,1194,Знание (всего 12 школ) — по 5 участников.

1,134,375,858,978,1131,1132,1242,1280,1411,1524,1529,1741,1804,1933 (всего 15 школ) — по 4 участника.



64,143,144,158,259,501,606,654,719,1017,1173,1285,1523,1557,1623,4-Королёв (всего 15 школ) — по 3 участника.

6,15,19,40,82,104,131,171,204,279,314,339,503,537,541,565,572,576,596,640,705,817,852,979,1078,1195,1243,1248,1257,1273,1279,1502,1516,1533,1560,1806,

1-Жуковский,4-Красногорск,4-Химки (всего 39 школ) — по 2 участника.

11,13,25,49,117,136,172,179,182,199,212,214,224,289,300,310,326,365,376,436,469,540,605,632,637,645,651,659,691,698,706,730,733,734,741,751,820,885,914,921,931,935,958,1009,1014,1024,1028,1034,1050,1084,1106,1112,1118,1126,1133,1143,1169,1184,1191,1208,1222,1223,1228,1233,1241,1246,1255,1260,1268,1276,1278,1284,1300,1303,1314,1412,1414,1505,1509,1515,1521,1522,1530,1541,1619,1666,1694,1738,1739,1859,1946,4711,13-Химки,14-Жуковский,19-Королёв,12-Саров,20-Саров,21-Раменское,5-Троицк,6-Фрязино,7-Раменское,Вороновская,Икс,Муми-Троль,Пкт,Планета,Самбо-70,Спг,Ясенево (всего 109 школ) — по 1 участнику.

Всего школ, в которых учатся участники московского Турнира — 291.

**Таблица 5.** Сведения о количестве награждённых в Москве по школам.

школа	к-во	школа	к-во	школа	к-во	школа	к-во	школа	к-во
444	109	218	29	1514	16	1410	10	14	6
905	48	2	28	1506	14	26	9	149	6
57	42	91	28	520	13	618	9	616	6
1040	40	463	24	1534	13	626	9	1006	6
1018	36	152	21	257	12	982	8	1134	6
1510	33	1537	21	1555	12	1180	8	1151	6
710	31	853	19	602	11	1508	8	1925	6
1199	31	1567	18	1150	11	1636	8		
1543	31	1201	16	1678	11	870	7		
5	29	1290	16	151	10	1525	7		

45,363,479,511,581,933,1015,1016,1189,1528,1883,15-Саров (всего 12 школ) — по 5 победителей.

507,568,729,962,1124,1131,1828 (всего 7 школ) — по 4 победителя.

1,4,21,109,134,548,550,697,856,949,964,983,1101,1185,1224,1242,1285,1287,1513,1523,1529,1557,1628,4-Королёв,Знание (всего 25 школ) — по 3 победителя.

7,19,40,131,279,375,491,503,517,521,565,572,596,705,719,763,978,1019,1132,1195,1218,1243,1263,1516,1741,1923,1940,Сотрудничества (всего 28 школ) — по 2 победителя.

13,15,49,64,79,82,136,144,171,182,199,204,259,263,289,310,314,326,365,469,537,540,541,556,605,606,632,640,733,734,747,817,820,858,867,887,912,931,935,1009,1014,1017,1034,1050,1106,1118,1191,1194,1208,1222,1228,1233,1241,1246,1248,1255,1257,1260,1276,1278,1279,1280,1284,1414,1502,1509,1524,1533,1541,1614,1623,1624,1666,1694,1739,1804,1806,1859,1933,13-Химки,19-Королёв,4-Красногорск,4-Химки,5-Троицк,7-Раменское,12-Саров,Муми-Троль,Пкт,Планета,Спг,Ясенево (всего 91 школа) — по 1 победителю.

Всего школ, в которых учатся победители московского Турнира — 210.

Примечание. Данные по школам в таблицах 4 и 5 следует рассматривать только как приблизительные. Таблицы были сформированы автоматически без дополнительного поиска и уточнения недостающей информации.

## Предметный указатель

5508 до н. э., 01.09	42	1937	78
3761 до н. э., 07.10	42	1938	78
753 до н. э., 21.04	42	1939	78
153 до н. э.	42	1940	78
46 до н. э.	42	1941	78
1194–1250	75	1943	78
		1945	79
1453, 1471, 1471, 1473, 1475, 1477,		1953	79
1480, 1481, 1485, 1487, 1488, 1492,		1957	79
1498, 1500, 1504, 1510, 1514, 1515,		1960	63
1517, 1520, 1521, 1525, 1529, 1534		1960–1970-е годы	34
страница	76	1961	79
		1973	79
284, 29.08	42	1986	22
530, 22.09	42	1989	79
532, 17.10	42	1990, 01.07	41
660–750	79	1991, 04.02	41
988	42	1991, 23.10	41
1500	76, 77	1991	79
1582, 04.10	42	1998, 20.06	21
1622, 01.01	42	2000, 22.12	39, 44
1670-е годы	82	2000, 31.12	44
1700, 01.01	42	2001, 01.01	39, 43
1711–1765	82		
1715–1786	75	12 век	75
1755	83	12–14 века	75
1762	84	14 век	42, 74, 75
1768	82	15 век, конец	77
1781	84	15–16 века, рубеж	76
1799	82	17 век	85
1800, весна	77	17 век, конец	83
1867, 18(30).03	41	18 век, середина	84
1884	41	18 век, конец	83
1905	78	19 век, начало	83
1914	78	19 век, середина	83, 84
1917	63	19 век	82, 83
1918, 14.02	42	20 век	83
1920	78		
1922	78	1 секунда	40
1924	63	12-ый часовой пояс	41
1930, 16.06	41	1-е марта	42
1933	78	1-е сентября	42
1935	78	1-е января	42

1-я Мировая война 78  
 2-я Мировая война 78  
 25-е марта 42  
  
 meteo 32  
 meteorit 32  
  
 Аббасиды, династия 79  
 Абд-аль-Малик 79  
 абсолютно чёрное тело 38  
 Агаменон 73  
 агар-агар 66  
 Адодуров 83  
 Аепа 75  
 Аконкагуа гора 27  
 Албания 77  
 Александр Невский 74  
 Александров П. С. 77  
 Алесандро Вольта 82  
 Алеутские острова 41  
 Али 79  
 Альпийско-Гималайский пояс 26  
 амбулакральная ножка 68  
 Америка Южная 27  
 аналогичные органы 68  
 Англия 74, 76  
 Андрей, псевдоним 77  
 Андропов 79  
 Анды 27  
 Антарктида 21  
 антарктический антициклон 21  
 антисолярная точка 24  
 антициклон антарктический 21  
 Анхальт-Цербст 75  
 арабские халифы 79  
 Ариовист 74  
 Архимеда сила 29  
 аскомицеты 66  
 ассимметрический атом 56  
 астеносфера 26  
 астрономическое время 40  
 атмосфера 32  
     Венеры 22, 84  
     Марса 22  
     Юпитера 22  
 атом ассимметрический 56  
  
 атомное время 40  
 Афганистан 79  
 Африка Северная 76  
 Ахилл 73  
  
 бабочки крыло 68  
 Багдад 79  
 базидиомицеты 66  
 Байкал озеро 26  
 бактерии молочнокислые 66  
 баянусы 61  
 банка лейденская 82  
 Барбаросса Фридрих 75  
 Барнет 76  
 бархатные революции 79  
 Батов И. В. 77  
 Бауман 77  
 бездымный порох 83  
 белки 82  
 Бенджамен Франклин 82  
 Бетельгейзе звезда 39  
 Бибул Марк 73  
 биссусные нити 65  
 бифидобактерии 66  
 Блюхер 78  
 Бойль Роберт 83  
 бокоплавов литоральные 62  
 болид 32  
 Большая Теорема Ферма 79  
 Большое Красное пятно 22  
 Большой Демидов остров 44  
 Бонапарт 77  
 Бонифаций 2, папа 42  
 Борис и Глеб 74  
 Борода, псевдоним 77  
 Босворт 76  
 Брайн М. 68  
 Брежнев 79  
 Брут 74  
 Будденброк В. 63  
 Будённый 78  
 бурая водоросль 66  
  
 вакуоли 67  
 валентность 83  
 Валид 79

Валлис 85  
 варяги 74  
 Василевский 78  
 вашингтонская конференция 41  
 Вега-1 и -2 22  
 Ведроша 76  
 вековое замедление 40  
 Вена 76  
 Венера 21, 83  
     атмосфера 22  
     вращение 33  
     земные приливы 35  
     сутки 35  
     атмосфера 84  
     скорость собственного вращения 35  
 верхняя тропосфера 21  
 Верцингеториг 74  
 вершина Дхаулагири 26  
 вес 28  
 весеннего равноденствия день 42  
 ветер стоковый 21  
 ветра скорость 21  
 видманштеттеновые фигуры 32  
 византийская эра 42  
 Византия 74  
 Вина закон 38  
 Виттенберг 76  
 Владимир Мономах 74  
 Владимир Святославович 42  
 Владимир 74  
 вода тяжёлая 52  
 вода, электролитическое разложение 82  
 водоросли  
     красные 66  
     нитчатые 62  
 водоросль бурая 66  
 воздушный змей 82  
 Война Роз 76  
 война  
     1-я Мировая 78  
     2-я Мировая 78  
     Галльская 74  
     Гражданская 73, 78  
     Столетняя 76  
     Троянская 73  
     холодная 79  
 волна ударная 22, 32  
 Вольта Алесандро 82  
 Вольф Фридрих 83  
 Вормс 76  
 Ворошилов 78  
 воск 67  
 Восточная Русь 75  
 вошина 67  
 вращение Венеры 33  
 времени всемирного шкала 40  
 время  
     астрономическое 40  
     атомное 40  
     Всемирное 41  
     гринвичское 41  
     декретное 41  
     летнее 42  
     поясное 41  
     равномерное 40  
     эфемеридное 40  
 время жизни звёзд 38  
 всемирного времени шкала 40  
 Всемирное время 41  
 Всеобщая Придворная Грамматика 84  
 вулкан Мауна-Кеа 27  
 вулкан, самый высокий 27  
 выделительная система 67  
 выигрышных позиций метод 12  
 высадка на Луну 79  
 высокий самый вулкан 27  
 Вьетнам 79  
 Габсбург Карл 5 76  
 Гавайские острова 27  
 Гагарин Юрий 79  
 газовые звёзды, вращение 39  
 газообмен 67  
 Гай Кассий 74  
 Галицкий Даниил 74  
 Галлия 74  
 Галльская война 74  
 Гарольд Саксонец 74  
 Гектор 73

геном человека, картирование 79  
 герб СССР 73  
 Германия 76, 78  
 гиганты красные 36  
 гиганты, звёзды 37  
 гидроневесомость 28  
 Гита 74  
 главная последовательность звёзд  
     36, 37  
 глубокая самая точка 26  
 Гней Помпей 73, 74  
 Гогенцоллерн Фридрих 2 75  
 Год Новый 40, 42  
 год, начало отсчёта 42  
 голосеменные 66  
 голубя крыло 68  
 гомологичные органы 68  
 гора  
     Аконкагуа 27  
     Джомолунгма 26  
     Народная 28  
     Олимп 27  
 Горбачёв М. С. 79  
 городок Звёздный 29  
 Гражданская война 73, 78  
 Гранада 76  
 Грач, псевдоним 77  
 грибы 66  
 Григорианский календарь 42  
 Григорий Потёмкин 83  
 гринвичский меридиан 41  
 гринвичское время 41  
 гроб Магомета 29  
 гроза 82  
 грозовые облака 21  
 громоотвод 82  
 Гук 82  
 гусеницы 65  
 Гусь, псевдоним 77  
  
 давление световое 31, 37  
 Дагестан 86  
 Дамаск 79  
 Даниил Галицкий 74  
 дат перемены линия 41, 43  
 Дау, псевдоним 77  
  
 двойные звёзды 39  
 декретное время 41  
 Демидов Большой остров 44  
 дендрохронология 43  
 день весеннего равноденствия 42  
 держава Московская 76  
 дефект массы 54  
 Джеймс Кук 85  
 Джомолунгма гора 26  
 диапазон сантиметровой 34  
 динамическая невесомость 28  
 Диоклетиана эра 42  
 Дионисий Малый 42  
 дни юлианские 43  
 ДНК 79, 82  
 Доброй Надежды мыс 76  
 домики 61  
 дополнительная секунда 40  
 Дора, псевдоним 77  
 древесина, клеточное строение 82  
 Древний Египет 73  
 дрожжи 66  
 Дхаулагири вершина 26  
 дыры чёрные 79  
  
 Евразия 26  
 Европа Западная 79  
 Европа 76  
 Египет Древний 73  
 Егоров 78  
 Екатерина 2 74, 75, 83  
  
 желе 66  
 железные метеориты 32  
 железо никелистое 32  
 желоб  
     Марианский 26  
     Чилийский 27  
 жидкий сплав Na и K 55  
 жир подкожный 66  
 Жуков 78  
  
 закон Вина 38  
 замедление вековое 40  
 Западная Европа 79  
 Западная Русь 75

Западно-Сибирская низменность 28  
 звезда Бетельгейзе 39  
 звезда морская 68  
 Звёздный городок 29  
 звёзды  
     время жизни 38  
     газовые, вращение 39  
     гиганты 37  
     главная последовательность 36, 37  
     двойные 39  
     класс спектральный 36  
     масса 36  
     неподвижные 35  
     сверхновые 36  
     светимость 38  
     цвета 37, 38  
 Зеландия Новая 43  
 земледелия символ 73  
 Земля Чёрная 73  
 Земля 21  
 земная кора 26  
 зеркальный телескоп 84  
 змей воздушный 82  
 зона складчатости 26  
 зоны рифтовые 26  
 Зорге Рихард 77  
  
 Иван 3 77  
 излучение  
     реликтовое 30  
     УФ 62  
 изомеры оптические 56  
 изотопы 54  
 именной послелог 88  
 империя Римская 42  
 Индостан 26  
 Иран 77  
 искусственный спутник Земли  
     первый 79  
 Исмаил Сефеви 77  
 испанская Конкиста 76  
 испанская Реконкиста 76  
 истинная полночь 43  
 Исфахан 77  
  
 Италия 77  
 итальянский язык 86  
 иудейская эра 42  
 йеры 62  
  
 Кабо Торментозо 76  
 Каир 76  
 Кале 76  
 календарь Григорианский 42  
 кальмары 66  
 каменные метеориты 32  
 каменные хондриты 33  
 Камо, псевдоним 77  
 Капища П. Л. 33, 77  
 капуста морская 66  
 Карл 5 Габсбург 76  
 картирование генома человека 79  
 Кассандра 73  
 Кассий Гай 74  
 катафот 23  
 Катилина 74  
 Катон Марк 73  
 квазары 79  
 кварки 79  
 Кевендиш 83  
 кедровые орешки 66  
 Кентавр, псевдоним 77  
 Кеплер 83  
 кислород 82  
 китообразные 67  
 киты 66  
 класс спектральный 36  
 Клеопатра 74  
 Клеро 84  
 клеточное строение древесины 82  
 клещ паутинный 65  
 клуб Римский 79  
 Коба, псевдоним 77  
 Колмогоров А. Н. 77  
 кольца Сатурна 83  
 кольчатые черви 66  
 кома метеорная 32  
 Командорские острова 41  
 Конев 78  
 Конкиста испанская 76  
 Конкиста португальская 76

Константин 8 Мономах 74  
 консул 73, 74  
 конференция вашингтонская 41  
 кора земная 26  
 кора плавления 32  
 Кориолиса сила 34  
 Кортес 77  
 космонавтики эра 79  
 Котельников 83  
 Котян 74  
 кошки лапа 68  
 крабы 66  
 Красное пятно, Большое 22  
 красные водоросли 66  
 красные гиганты 36  
 Красс Марк 74  
 креветки 66  
 крещение Руси 42  
 кривая Планка 38  
 кровообращение противоточное  
     67  
 круглоротые миноги 66  
 Крупская 77  
 Круя 76  
 крыло  
     бабочки 68  
     голубя 68  
     летучей мыши 68  
     стрекозы 68  
 Крым 77  
 Куба 76  
 Кук Джеймс 85  
 Кулик 78  
 Курчатов И. В. 77  
 Куско 76  
  
 Лабиен Тит 74  
 Лагранж 84  
 лазер 47  
 лангусты 66  
 Ландау Л. Д. 77  
 лапа кошки 68  
 лапка сороконожки 68  
 лапка таракана 68  
 ластоногие 67  
 Леб Ж. 63  
  
 Левенгук 82  
 Лейбниц 85  
 лейденская банка 82  
 лёт на свет 62  
 летающей рыбы плавник 68  
 летнее время 42  
 летучей мыши крыло 68  
 линзовый телескоп 84  
 линия перемены дат 41, 43  
 Литва 74, 75  
 литовцы 77  
 литораль 61  
 литоральные бокоплавцы 62  
 литорины 61, 62  
 литосферные плиты 26  
 Ломоносова мозаика 84  
 лорд Румфорд 83  
 Луна, высадка 79  
  
 Магницкий 83  
 Магомета гроб 29  
 Мазохин-Поршняков Г. А. 63  
 Маккуори остров 43  
 Малабар 76  
 Малага 76  
 Малино, псевдоним 77  
 Малиновский Р. Я. 77, 78  
 малощетинковые черви 62  
 мандибулы 68  
 Мансур 79  
 мантия 26, 27  
 Марван 79  
 Марианские острова 26  
 Марианский желоб 26  
 Мариньяно 76  
 Марк Антоний 74  
 Марк Бибул 73  
 Марк Катон 73  
 Марк Красс 74  
 мармелад 66  
 Марс 21, 27  
     атмосфера 22  
     спутники 84  
 март  
     1-е число 42  
     25-е число 42

Маршаловы острова 43  
 масса звезды 36  
 масса Солнца 36  
 массы дефект 54  
 Мауна-Кеа вулкан 27  
 маятник Фуко 34  
 межклетники 67  
 Мексика 77  
 Менгу Тимур 74  
 менотаксис 63  
 Мерецков 78  
 меридиан гринвичский 41  
 метеорид 32  
 метеорит 31  
     железные 32  
     каменные 32  
 метеорная кома 32  
 метод выигранных позиций 12  
 Мехико 76  
 мидии 61  
 микробы 82  
 микроскоп 82  
 Милан 76  
 Миндовг 74  
 Минога, псевдоним 77  
 миноги круглоротые 66  
 митохондрии 82  
 млекопитающие 66  
 мозаика Ломоносова 84  
 моллюски 65, 66  
 молния шаровая 83  
 молотильный цеп 73  
 Монголия 74  
 Мономах Владимир 74  
 морская звезда 68  
 морская капуста 66  
 морские теплокровные 66  
 Москва 75  
 Московская держава 76  
 мрамор 52  
 Муавия 79  
 Мудрый Ярослав 74  
 Мунда 74  
 Мухаммед пророк 79  
 мыс Доброй Надежды 76  
 мыши летучей крыло 68

Мюльхаузен 76

Надежды Доброй мыс 76  
 Нанси 76  
 Народная гора 28  
 наследственность 79  
 нацисты 78  
 начало отсчёта года 42  
 начало суток 43  
 невесомость  
     динамическая 28  
     гидро- 28  
 Невский Александр 74  
 неинерциальная система координат 34  
 неподвижные звёзды 35  
 Нептун, планета 84  
 нижняя тропосфера 21  
 низменность Западно-Сибирская 28  
 никелистое железо 32  
 Никольсон 82  
 нити 65  
     биссусные 65  
 нитчатые водоросли 62  
 Новая Зеландия 43  
 Новгород 75  
 Новый Год 40, 42  
 новый стиль 42  
 нога улитки 68  
 ножка амбулакральная 68  
 ножка рака 68  
 Норвегия 74

облака грозовые 21  
 обмена продукты 67  
 Одиссей 73  
 одна секунда 40  
 озеро Байкал 26  
 океан Тихий 26  
 Окленд остров 43  
 Октавиан 74  
 Олаф 74  
 олигохеты 62  
 Олимп гора 27  
 омары 66



оматидия 63  
Омейяды, династия 79  
ООН 79  
оптическая толща 34  
оптические изомеры 56  
органы  
    аналогичные 68  
    гомологичные 68  
Орда 75  
Орджоникидзе 77  
орешки кедровые 66  
оружие ядерное 79  
Осетия 74  
Осман 79  
Османы 76  
основание Рима 42  
остров  
    Большой Демидов 44  
    Маккуори 43  
    Окленд 43  
    Ратманова 44  
    Фиджи 43  
острова  
    Алеутские 41  
    Гавайские 27  
    Командорские 41  
    Марианские 26  
    Маршаловы 43  
    Чатем 43  
осы 67  
отлив 61  
Относительности Теория 78  
очки 82  
Павия 76  
палоло 66  
папа Бонифаций 2 42  
папоротникообразные 66  
папоротник-орлятник 66  
Парис 73  
парус солнечный 31  
Парфия 74  
пассаты 21  
пастушеский посох 73  
пауки 65  
паутина 65  
паутиный клещ 65  
первый искусственный спутник Земли 79  
перемены дат линия 41  
перестройка 79  
период  
    сидерический 35  
    синодический 35  
Перу 77  
Пёс, псевдоним 77  
Петербург 82  
Пётр 1 42  
пиво 66  
пингвины 66  
пирогí 66  
Писарро 77  
плавления кора 32  
плавник летающей рыбы 68  
Планка кривая 38  
платформа Русская 28  
плесень 66  
плиты литосферные 26  
подкожный жир 66  
позиций выигранных метод 12  
полночь истинная 43  
половцы 74  
Польша 78  
Помпей Гней 73, 74  
помпеянцы 73  
порох бездымный 83  
португальская Конкиста 76  
послелог именной 88  
посох пастушеский 73  
Потёмкин Григорий 83  
пояс Альпийско-Гималайский 26  
пояс часовой 12-ый 41  
пояса часовые 41  
поясное время 41  
Приам 73  
Прибалтика 75  
приливы 35, 39, 61  
    земные на Венере 35  
приливная сила 35  
Пристли 82, 83  
продукты обмена 67  
пророк Мухаммед 79

противоточное кровообращение 67  
 прохождение Венеры по диску Солнца 84  
 Пруссия 75  
 псевдонимы 77  
 пчела рабочая 67  
 пчёлы 67  
 пятно, Большое Красное 22  
  
 рабочая пчела 67  
 равноденствия весеннего день 42  
 равномерное время 40  
 радиоастрономия 33  
 радиолокация 33  
 Радо Шандор 77  
 радуга 23, 38  
 разрядка 79  
 рак  
     ножка 68  
     усик 68  
 раковины 61  
 ракообразные 61  
 Рамзай, псевдоним 77  
 Ратманова остров 44  
 революции бархатные 79  
 Реконкиста испанская 76  
 реликтовое излучение 30  
 республика Римская 42  
 реформа календаря Юлия Цезаря 42  
 Реформация 76  
 Рим, основание 42  
 Римская империя 42  
 Римская республика 42  
 Римский клуб 79  
 рифтовые зоны 26  
 Рихард Зорге 77  
 Рихман 83  
 Роберт Бойль 83  
 Рождество Христово 44  
 Роз Война 76  
 Рокоссовский 78  
 Роман 3 74  
 Россия 41, 75  
 РСФСР 42  
  
 Румфорд лорд 83  
 Русская платформа 28  
 Русь  
     Восточная 75  
     Западная 75  
     крещение 42  
 рыбы летающей плавник 68  
 Рюрик 74  
  
 сайра 62  
 Саксонец Гарольд 74  
 сантиметровый диапазон 34  
 Сатурн 85  
     кольца 83  
 Сваммердам 82  
 Свердлов 77  
 сверхновые звёзды 36  
 светимость звёзд 38  
 светимость 36  
 световое давление 31, 37  
 Святослав 1 74  
 Северная Африка 76  
 Северо-Американские  
     соединённые штаты 41  
 секунда дополнительная 40  
 секунда одна 40  
 сентябрь, 1-е число 42  
 Серго, псевдоним 77  
 серп и молот 73  
 Сефеви Исмаил 77  
 сидерический период 35  
 сила  
     Архимеда 29  
     Кориолиса 34  
     приливная 35  
 символ  
     земледелия 73  
     скотоводства 73  
     труда 73  
 синодический период 35  
 система выделительная 67  
 система координат неинерциальная 34  
 складчатости зона 26  
 скорость ветра 21

скорость собственного вращения  
     Венеры 35  
 скотоводства символ 73  
 славка-портниха 65  
 смерч 21  
 Смоленск 76  
 Солдайя 76  
 солнечный парус 31  
 Солнце 36  
     масса 36  
 сороконожки лапка 68  
 соты шестиугольные 67  
 соты 67  
 социализм 79  
 Спартак 74  
 спектральный класс 36  
 сплав Na и K, жидкий 55  
 спутник первый 79  
 спутники Марса 84  
 СССР 41, 78, 79  
     герб 73  
 Сталин 77, 78  
 Старик, псевдоним 77  
 стиль новый 42  
 стоковый ветер 21  
 Столетняя война 76  
 стратосфера 21  
 стрекозы крыло 68  
 строение древесины клеточное 82  
 струйные течения 21  
 субдукция 26  
 Суворов 77  
 Сулейман 79  
 Сулла 73  
 сутки венерианские 35  
 сутки, начало 43  
 США 41, 79  
 сыр 66  
  
 табасаранский язык 86  
 тайфун 21  
 таракана лапка 68  
 Тарент 76  
 Таутон 76  
 телескоп  
     зеркальный 84  
     линзовый 84  
 Теорема Ферма Большая 79  
 Теория Относительности 78  
 теплокровные морские 66  
 теплород 83  
 Тер-Петросян 77  
 течения струйные 21  
 Тимошенко 78  
 Тимур Менгу 74  
 Тит Лабиев 74  
 Тихий океан 26  
 толща оптическая 34  
 Томпсон 83  
 Торментозо Кабо 76  
 точка антисолярная 24  
 точка самая глубокая 26  
 триумвират 74  
 тропосфера  
     верхняя 21  
     нижняя 21  
 Троянская война 73  
 труда символ 73  
 трутень 67  
 Турция 77  
 тутовый шелкопряд 65  
 Тухачевский 78  
 тюлени 66  
 тяжёлая вода 52  
  
 Угра 76  
 ударная волна 22, 32  
 улитки нога 68  
 Урал 75  
 Уральский хребет 27  
 Уран, планета 84  
 усик рака 68  
 устрицы 66  
 УФ излучение 62  
  
 фараон 73  
 Фарнак 74  
 Фарсал 74  
 Фёдор Чёрный 74  
 Ферма Большая Теорема 79  
 фигуры видманштеттеновые 32  
 Фиджи остров 43

Финляндия 42  
 флогистон 83  
 Фонвизин 84  
 фотосинтез 67  
 Франклин Бенджамен 82  
 французская экспансия 76  
 Фридрих Барбаросса 75  
 Фридрих Вольф 83  
 Фридрих 2 Гогенцоллерн 75  
 Фридрих 2 Штауфен 75  
 Фриц, псевдоним 77  
 Фуко маятник 34

Халифат 79  
 халифы арабские 79  
 хан 74  
 Хишам 79  
 хлоропласты 82  
 холодная война 79  
 хондриты каменные 33  
 хондры 33  
 хордовые 66  
 хребет Уральский 27  
 Хрущёв 78

цвета звёзд 37, 38  
 цветковые 66  
 Цезарь Юлий 43, 73  
 цеп молотильный 73  
 Цицерон 74

Чальдиран 76  
 часовой пояс 12-ый 41  
 часовые пояса 41  
 Чатем острова 43  
 человека геном, картирование 79  
 черви кольчатые 66  
 черви малощетинковые 62  
 Чёрная Земля 73  
 Чернигов 77  
 чёрное абсолютно тело 38  
 чёрные дыры 79  
 Чёрный Фёдор 74  
 Чернышев В. Б. 65  
 Чилийский желоб 27  
 членистоногие 65, 66

Чукотка 43

Шандор Радо 77  
 Шапошников 78  
 шаровая молния 83  
 Шееле 82  
 Шекспир 76  
 шелкопряд тутовый 65  
 Шелонь 76  
 шестиугольные соты 67  
 шкала всемирного времени 40  
 шлиф 32  
 шляпочные 66  
 Штауфен Фридрих 2 75

эдил 73  
 Эйлер 82, 84  
 эквивалент 55  
 экспансия французская 76  
 электробатарея 82  
 Эней 73  
 энергия, понятие 85  
 эра византийская 42  
 эра Диоклетиана 42  
 эра иудейская 42  
 эра космонавтики 79  
 эритроциты 82  
 эфемеридное время 40

Южная Америка 27  
 юлианские дни 43  
 Юлий Цезарь 43, 73  
     реформа календаря 42  
 Юпитер 21, 39  
     атмосфера 22  
 Юрий Гагарин 79

явление субдукции 26  
 ядерное оружие 79  
 язык 86  
     итальянский 86  
     табасаранский 86  
     японский 87  
 январь, 1-е число 42  
 японский язык 87  
 Ярослав Мудрый 74  
 Ярославль 74

## Оглавление

<b>Конкурс по математике</b>	<b>4</b>
Задачи . . . . .	4
Решения задач конкурса по математике . . . . .	5
<b>Конкурс по математическим играм</b>	<b>8</b>
Инструкция проводящему математические игры . . . . .	8
Условия математических игр . . . . .	9
Решения математических игр . . . . .	12
<b>Конкурс по астрономии и наукам о Земле</b>	<b>20</b>
Вопросы . . . . .	20
Ответы на вопросы конкурса по астрономии и наукам о Земле . . . . .	21
<b>Конкурс по физике</b>	<b>45</b>
Задания . . . . .	45
Ответы на задания конкурса по физике . . . . .	47
<b>Конкурс по химии</b>	<b>52</b>
Краткие решения задач конкурса по химии . . . . .	54
Пояснение к условию задачи 1 для 9–11 классов . . . . .	57
Критерии оценок конкурса по химии . . . . .	58
<b>Конкурс по биологии</b>	<b>60</b>
Вопросы и задания . . . . .	60
Ответы на вопросы конкурса по биологии . . . . .	61
<b>Конкурс по истории</b>	<b>70</b>
Вопросы и задания . . . . .	70
Ломоносов (текст с ошибками) . . . . .	71
Решения задач конкурса по истории . . . . .	73
Перечень ошибок . . . . .	82
<b>Конкурс по лингвистике</b>	<b>86</b>
Задачи . . . . .	86
Решения задач конкурса по лингвистике . . . . .	87
<b>Критерии награждения. Статистика. Итоги.</b>	<b>90</b>
<b>Предметный указатель</b>	<b>96</b>

## **Базовые классы, созданные при содействии факультетов МГУ им. М. В. Ломоносова, проводят набор школьников на 2000/2001 у. г.**

**466 школа в 8–11** классы естественнонаучного направления. Адрес: ул. Юных Ленинцев, д. 40, корп. 4. (м. „Кузьминки“). 175–9372, Муратова Любовь Сергеевна (директор).

**12 школа в 8–11** классы естественнонаучного и гуманитарного направлений. Адрес: 2-й Сетуньский проезд, д. 9а (м. „Университет“). 240–2200, Парщикова Галина Ивановна (директор).

**38 школа в 8–11** классы естественнонаучного и гуманитарного направлений. Адрес: Мичуринский проспект, д. 42. 931–5400, Кононенко Евгений Иванович (директор).

**1017 школа в 1–11** классы. Адрес: Боровское шоссе, д. 4 (район Новопеределкино). 732–4775, Смирнова Татьяна Маратовна (завуч).

**513 школа в 9–11** классы естественнонаучного и гуманитарного направлений. Адрес: 2-я ул. Машиностроения, д. 3 (м. „Автозаводская“; рядом с Велозаводским рынком). 275–2197, Овсиенко Ольга Алексеевна (директор).

**469 школа в 8–10** гуманитарные классы. Адрес: Симоновский вал, д. 3 (м. „Пролетарская“).

**611 школа в 10–11** гуманитарные классы. Адрес: ул. Новаторов, д. 34, к. 2.

**455 школа в 10–11** классы естественнонаучного направления. Адрес: Новорогожская ул., 9/11 (м. „Площадь Ильича“).

**1956 школа в 8–11** классы естественнонаучного и гуманитарного направлений. Адрес: Старомарьинское шоссе, д. 5.

С нового учебного года образуются базовые классы и в других школах.

Школы имеют договора о сотрудничестве со следующими факультетами МГУ им. М. В. Ломоносова: факультетом наук о материалах, географическим, филологическим, философским факультетами, факультетом ИГУиСИ. Большое внимание работе подшефных школ уделяет биологический факультет МГУ. Факультеты направляют в школы своих преподавателей для проведения занятий по углублённой программе.

Приём в классы по результатам экзаменов. На гуманитарное направление: диктант, история (письменно), иностранный язык (письменно); на естественнонаучное направление: диктант, математика (письменно). Экзамены проходятся в марте–апреле. В ряде школ проводятся дополнительные занятия для подготовки школьников к экзаменам в базовые классы.

**Информацию о базовых классах предоставил ЗАО „Образовательный центр «Сигма»“.** (На правах рекламы.)

Центр является организатором компьютерных курсов для школьников. Курсы работают в помещении Центра «Сигма» (м. „Текстильщики“); МГУ им. М. В. Ломоносова, здание химического факультета, 3-й этаж, 380 к.; школа № 513. Приглашаем школьников 2–11 классов.

Подробную информацию о базовых классах можно получить в помещении центра по адресу: 11-я ул. Текстильщиков д. 11.

Справки: 378–9353.

**Информация о наборе  
в физико-математические школы  
на 2000/2001 учебный год.**

Школа	Телефон	Адрес	Набираемые классы	Сроки (2000 год)
2	137-1769, 137-6931	ул. Фотиевой, 18 (за универмагом „Москва“. м. „Октябрьская“, далее до остановки „Универмаг «Москва»“).	7-8 матем., 7 биохим.	апрель-май
7	131-8110	ул. Крупской, 17	8 матем.	апрель-май
54	245-9972, 245-5425	ул. Доватора 5/9, м. „Спортивная“	9 матем. (при мех-мате МГУ)	апрель-май
57	291-8572, 291-5458	Малый Знаменский пер., 7/10, стр. 5 (м. „Боровицкая“, „Кропоткинская“)	8 матем., 9 матем., гум.	апрель
91	290-3558	ул. Поварская, 14 (м. „Арбатская“)	9 матем.	запись в марте
109	434-5106, 434-5107	ул Бакулева, 20 (м.„Юго-Западная“, далее авт. 144, 227, 281, 642, 720 до ост. „Теплостанский проезд“)	9 физ-мат.	запись в марте
218	976-4087, 976-0320	Дмитровское ш., 5а (м. „Дмитровская“, „Тимирязевская“)	8 матем., язык., 9 био-физ., язык., 10 матем., гум., био-хим.	апрель
1134	932-0000, 932-0801	ул. Раменки, 15, к. 1 (м. „Проспект Вернадского“, авт. 715 до ост. „Универсам,“)	9 физ-мат. (при мех-мате МГУ)	18.04.2000 в 12 <sup>00</sup>
1543	433-1644, 434-2644	ул. 26-и Бакинских комиссаров, 3, к. 5, м. „Юго-Западная“, 5-7 минут пешком до магазина „Польская мода“	8 матем., гум., биол.	апрель

(Информация предоставлена школами в МЦНМО.)

## Информация о некоторых школьных олимпиадах в Москве

### Мероприятия, проводимые с участием МЦНМО

Телефоны для справок 241-05-00, 241-12-37.

**Турнир им. Ломоносова.** 6–11 классы. Математика, математические игры, физика, химия, история, астрономия и науки о Земле, биология, лингвистика. 01.10.2000. Проходит одновременно во многих ВУЗах и школах Москвы.

**Осенний тур Турнира городов.** Математика. 8–11 классы. Основной вариант 29.10.2000 в нескольких школах и ВУЗах Москвы.

**Математический Праздник.** 6–7 кл. 13.02.2000 в МГУ на Воробьёвых горах. Кроме решения математических задач в программу мероприятия входят лекции для родителей и участников, мультфильмы.

**Московская математическая олимпиада.** 8–11 кл. 05.03.2000 в МГУ на Воробьёвых горах.

### Другие мероприятия

**Традиционная олимпиада по лингвистике и математике.** 8–11 классы. Ноябрь. Обычно первый тур проводится на Филологическом факультете МГУ, второй — в РГГУ (Российский государственный уманитарный университет). Тел. для справок 939-26-01.

**Городская олимпиада по физике.** 7–11 кл. 1-й тур — 20.02.2000 на физическом факультете МГУ. Тел. для справок 939-11-19.

**Городская и областная олимпиада по химии.** 8–11 кл. 1-й тур — 13.02.2000 на Химическом факультете МГУ и в РХТУ.

**Городская олимпиада по биологии.** 7–11 кл. 1-й тур 06.02.2000 в МИПКРО. Тел. для справок 151-12-68.

**Школьная Биологическая олимпиада МГУ.** 6–11 кл. 1-й тур — 27.02.2000 на Биологическом факультете МГУ. Тел. для справок 939-36-57.

**Городская олимпиада по географии.** 6–11 кл. Декабрь. Тел. для справок 151-69-92.

**Городская олимпиада по астрономии и космической физике.** 5–11 кл. 1-й тур 12.02.2000. Тел. для справок 939-82-55.

**Турнир Архимеда.** Цикл очных и заочных соревнований по математике для школьников 5–11 классов: заочная олимпиада 5–7 кл. — ноябрь–апрель; Зимний турнир — 6–7 кл., январь; Весенний турнир — 5–6 кл., 08.04.2000 (тел. для справок 976-03-20, 900-39-73); соревнования по параллелям (Математические регаты): 7 кл. — 11.03.2000 (тел. те же), 8 кл. — 13.05.2000 (тел. те же), 9 кл. — ноябрь, 10 кл. — 22.04.2000 (тел. 329-29-11), 11 кл. — ноябрь.

Наиболее полная, оперативно обновляемая информация об этих и других мероприятиях — на www-сервере Московского центра непрерывного математического образования

<http://www.mcsme.ru/olympiads/>



## МОСКОВСКИЙ ЦЕНТР НЕПРЕРЫВНОГО МАТЕМАТИЧЕСКОГО ОБРАЗОВАНИЯ

- учреждён Московским комитетом образования, префектурой Центрального административного округа Москвы, Отделением математики РАН, Математическим институтом имени В. А. Стеклова РАН, МГУ им. М. В. Ломоносова, Независимым Московским университетом.

- ставит своей целью сохранение и развитие традиций математического образования в Москве, организацию и поддержку различных форм внеклассной работы со школьниками (кружков, олимпиад, турниров, конференций и др.), методическую помощь руководителям кружков и преподавателям классов с углублённым изучением математики, поддержку программ в области преподавания математики в высшей школе и аспирантуре, научной деятельности.

- является некоммерческой организацией и не ставит своей целью извлечение прибыли. Обучение школьников, студентов, аспирантов и преподавателей средней школы в рамках программ Центра является бесплатным.

- организует математические и физические кружки, конкурсы, олимпиады и турниры для школьников, участвует в организации классов с углублённым изучением математики (см. **предпоследнюю страницу**). Здесь работают оргкомитеты Московской Математической олимпиады, Математического праздника для 6–7 классов, многопредметного Турнира им. М. В. Ломоносова (эти мероприятия собирают в Москве по несколько тысяч участников), Международного математического Турнира городов.

---

- **осуществляет информационную поддержку большинства московских олимпиад. Краткая информация — на последней странице. Полная оперативно обновляемая информация — на [www-сервере МЦНМО по адресу http://www.mccme.ru/olympiads](http://www.mccme.ru/olympiads)**

---

- предоставляет бесплатный доступ к электронной почте для учителей московских школ, активно участвует в различных проектах по подключению московских школ к сети Интернет, образовательных интернет-проектах (сервер геометрических задач <http://zadachi.mccme.ru> и др.).

- имеется математическая литература: Библиоклуб — школьная (учебники, пособия, сборники задач олимпиад, методика), научно-популярная и научная (практически все издания последних лет) и математическая библиотека с фондом более 15 000 экз. книг и периодических изданий.

ISBN 5-900916-44-8



Адрес МЦНМО: 121002, Москва, Большой Власьевский пер., 11. Проезд: станция метро „Смоленская“ Арбатско-Покровской линии, выйти на ул. Арбат, идти к центру, свернуть направо в Денежный пер., по нему до пер. Сивцев Вражек, налево, пройти до Б. Власьевского пер., направо, по нему 100 м и направо — всего 5 минут. Тел. для справок 241-05-00, 241-12-37. <http://www.mccme.ru> E-mail: [adm@mccme.ru](mailto:adm@mccme.ru)