№ 10 | октябрь 2017
Издаётся Московским центром непрерывного математического образования
e-mail: kvantik@mccme.ru

ЖУРНАЛ КВАНТИК ДЛЯ ЛЮБОЗНАТЕЛЬНЫХ

№ 10
октябрь 2017

УРАН И НЕПТУН

ШУТНИК-ЧАСОВЩИК

САМЫЙ БОЛЬШОЙ МУЗЫКАЛЬНЫЙ ИНСТРУМЕНТ

Enter

www.kvantik.com
kvantik@mccme.ru

instagram.com/kvantik12
kvantik12.livejournal.com
facebook.com/kvantik12

vk.com/kvantik12
twitter.com/kvantik_journal
ok.ru/kvantik12

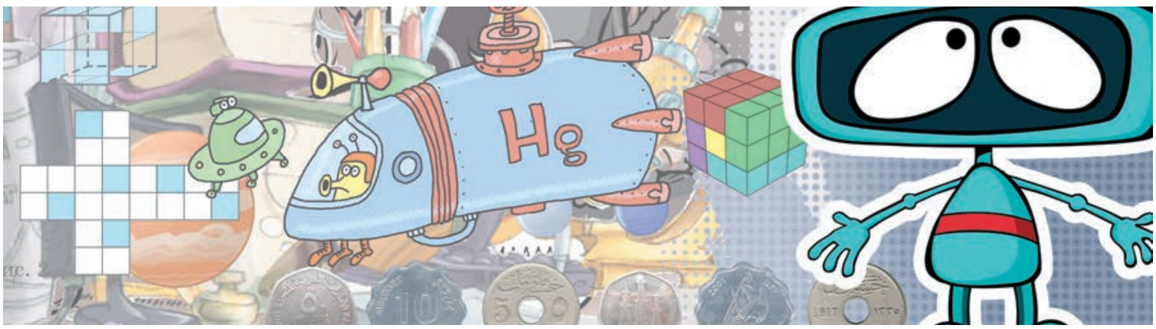
Журнал «Квантик» № 10, октябрь 2017 г.
Издаётся с января 2012 года
Выходит 1 раз в месяц
Свидетельство о регистрации СМИ:
ПИ № ФС77-44928 от 04 мая 2011 г.
выдано Федеральной службой по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций (Роскомнадзор).
Главный редактор: С. А. Дориченко
Редакция: В. Г. Асташкина, В. А. Дрёмов, Е. А. Котко, И. А. Маховая, А. Ю. Перепечко, М. В. Прасолов
Художественный редактор и главный художник: Yustas-07
Вёрстка: Р. К. Шагеева, И. Х. Гумерова
Обложка: художник Алексей Вайнер

Учредитель и издатель:
Негосударственное образовательное учреждение «Московский Центр непрерывного математического образования»
Адрес редакции и издателя: 119002, г. Москва, Большой Власьевский пер., д. 11
Тел.: (499) 795-11-05, e-mail: kvantik@mccme.ru, сайт: www.kvantik.com
Подписка на журнал в отделениях связи Почты России:
▪ Каталог «Газеты. Журналы» агентства «Роспечать» (индексы **84252** и **80478**)
▪ «Каталог Российской прессы» МАП (индексы **11346** и **11348**)
Онлайн-подписка по «Каталогу Российской прессы» на сайте **vipishi.ru**

По вопросам оптовых и розничных продаж обращаться по телефону **(495) 745-80-31** и e-mail: **biblio@mccme.ru**
Формат 84х108/16
Тираж: 5000 экз.
Подписано в печать: 15.09.2017
Отпечатано в типографии ООО «ТДДС-Столица-8»
Тел.: (495) 363-48-84
http://capitalpress.ru
Заказ №
Цена свободная
ISSN 2227-7986

6+

СОДЕРЖАНИЕ



ШУТНИК-ЧАСОВЩИК

Игорь Акулич

– Эх, Даня, везёт же нам с тобой на ненормальных!

– В каком смысле?

– А в таком, что эти ненормальные изобретают не пойми какие часы – а нам расхлёбывать, и уже который раз! Посмотри, какую задачу я обнаружил[1]:

К первому апреля часовщик из деталей старых часов разных конструкций и из шестерёнок разных размеров собрал механизм, в котором три стрелки – часовая, минутная и секундная – вращались по часовой стрелке с разными угловыми скоростями $\omega_ч<\omega_м<\omega_с$. При установке всех стрелок на 12:00 и запуске механизма выяснилось следующее:

а) каждый раз, когда часовая стрелка проходила отметку 12:00, её обязательно обгоняли обе другие (минутная и секундная) стрелки;

б) каждый раз, когда часовую стрелку обгоняла только секундная, все стрелки вытягивались вдоль одной прямой линии;

в) часовая стрелка за 1 час сделала 5 оборотов.

Какое минимальное число оборотов за это время могла сделать минутная стрелка, и сколько раз при этом повернулась секундная стрелка?

– Так это же «к первому апреля». Значит, он просто шутник, а вовсе не псих какой-то.

– Ладно, не в этом дело. Решать-то как?

– Что-то мне совсем не нравится эта пятёрка...

– Какая?

– Ну, эти пять оборотов, которые часовая стрелка сделала за час! Почему именно пять? А если шесть или восемь – какая принципиальная разница?

– Думаю, никакой. Если в условии изменить это значение в любое число раз, то и ответы изменятся пропорционально.

– Так давай считать, что часовая стрелка делает один оборот в час. А как найдём ответ – умножим на 5!

– Отлично. Что тогда получается? Все три стрелки стартуют из вертикального положения и через час финишируют там же. Часовая при этом делает один

[1]Автором задачи указан – С. Часовщик. Видимо это один из множества псевдонимов, под которыми любил «прятаться» А. Р. Зильберман.

оборот, минутная – больше (но тоже целое число), секундная – ещё больше (и опять-таки целое).

– Подожди-ка! Упрощать – так упрощать! Если можно уменьшить «масштаб», то можно произвести и «сдвиг»! Давай скорости всех стрелок уменьшим на один оборот в час. Тогда часовая становится вообще неподвижной! На совпадениях стрелок это, конечно, никак не скажется, зато в целом задача явно упрощается.

– Пожалуй. Но после решения надо будет все результаты сначала увеличить на 1, а потом умножить на 5.

– Не проблема! Мы что – считать не умеем? Давай рассмотрим момент, когда секундная стрелка в этих «изменённых» условиях сделала 1 оборот. Тогда минутная стрелка сделала пол-оборота!

– Это почему?

– Смотри в условие: «...когда часовую стрелку обгоняла только секундная, все стрелки вытягивались вдоль одной прямой линии». Вот откуда эта половина!

– Ага! Значит, ещё через оборот секундной все три стрелки совпадут и дальше всё будет повторяться.

– Но нам всё равно нужно выяснить минимальное число оборотов, которое делает минутная стрелка за час.

– Погоди-ка! Ведь это число целое, а давай попробуем самое маленькое, то есть единицу – меньше просто некуда! Вдруг оно подойдёт?

– Хорошая идея. Тогда минутная делает один оборот за час, секундная – два. И всё!

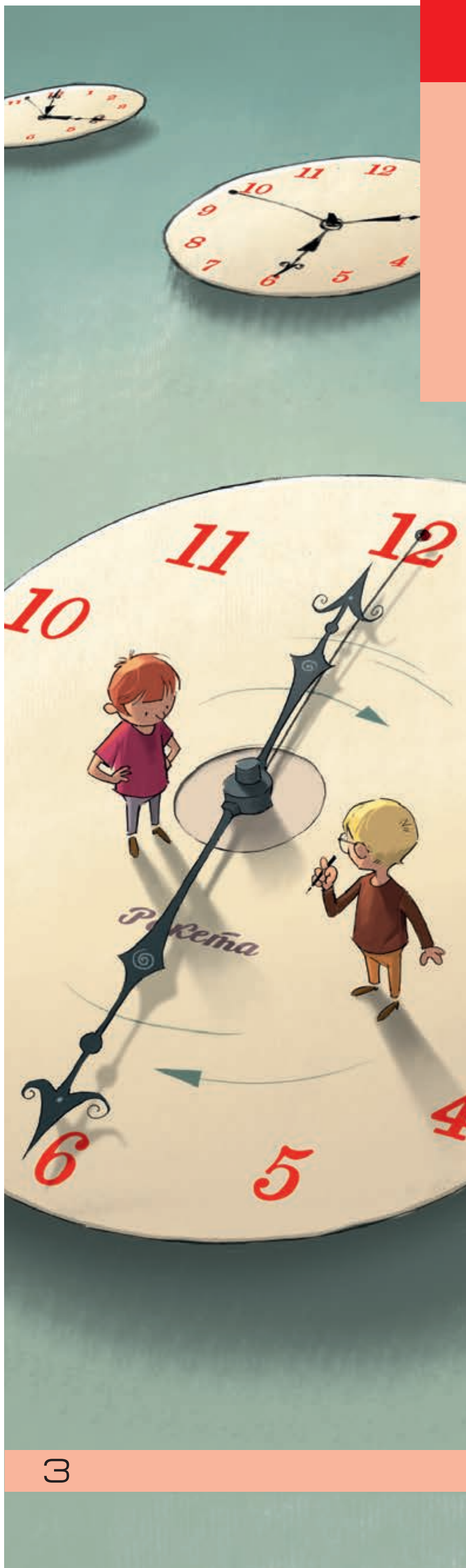
– Но это в «изменённых координатах». Приведём всё к исходным условиям. Сначала добавляем по 1, получая 2 и 3 оборота в час соответственно, и умножаем на 5. В итоге минутная стрелка делает 10 оборотов в час, секундная – 15. Ну-ка, сверим с правильным ответом...

– «Правильным ответом»? Там что, и ответ был?

– Был, конечно, только я его не знаю. Это ведь задача из «Задачника «Кванта»[2] под номером Ф2294. Условие я прочёл, а до решения не добрался. Сейчас на полке поищу... вот оно! Слушай:

Разности угловых скоростей $\omega_с - \omega_ч$ и $\omega_м - \omega_ч$ отличаются ровно в два раза. Кроме того, эти разности угловых скоростей таковы, что $\frac{\omega_м - \omega_ч}{\omega_ч} = N$, где N –

[2] Условие задачи опубликовано в журнале «Квант» № 1 за 2013 год, решение – в № 3 за тот же год (в рубрике «Задачник «Кванта»).



целое положительное число. Минимальное число $N=1$. Следовательно, $\omega_м=2\omega_ч$ и $\omega_с=3\omega_ч$. Таким образом, минутная стрелка за 1 час сделает 10 оборотов, а секундная – 15 оборотов.

– Ты что-нибудь понял?

– Не очень. Хотя ответ совпадает…

– Вот и я как-то не очень.

– Так это же «Задачник «Кванта»! Там всегда задачи наиотборнейшие и наитруднейшие. А мы раскололи её самым элементарным образом. Есть чем гордиться!

– Да, это утешает. Но всё же маловато было мозговой нагрузки. Даже ни одного уравнения не составили.

– По уравнениям соскучился? Вот тебе ещё задача:

В 12:00 расстояние между концами минутной и секундной стрелок правильно идущих часов равнялось 17 мм, а через полчаса – 7 мм. Каково будет это расстояние ещё через 15 минут?

– Что ты несёшь, такого не может быть! В 12:00 направления обеих стрелок совпадают, а через полчаса – стрелки смотрят в разные стороны (причём секундная во все моменты времени сохраняет одно и то же положение). Но тогда расстояние между их концами в первом случае должно быть меньше, чем во втором. По условию же – больше. Противоречие!

– А вот и нет! Обрати внимание: в условии идёт речь о *концах* минутной и секундной стрелок. А теперь подумай и об их *началах*.

– Не понимаю.

– Ладно, ещё ближе к делу: ты видал наручные часы? Так вот, в некоторых из них…

– А, ясно! Бывают часы, у которых ось вращения секундной стрелки находится ниже оси вращения остальных стрелок (как на фото). И сама секундная стрелка совсем коротенькая. Тогда всё нормально. Во все указанные моменты времени конец секундной стрелки занимает одно и то же положение – строго под осью вращения минутной. Если длина минутной стрелки равна x, а расстояние от оси минутной стрелки до конца секундной равно y, то получается система

$$\begin{cases} x+y=17, \\ x-y=7, \end{cases}$$

из которой $x=12$, $y=5$. Ещё через 15 минут расстояние будет равно гипотенузе прямоугольного треугольника с катетами x и y, то есть 13.

– Вот тебе и уравнения! Доволен?

– Формально да, но... не очень. Бывают ведь и часы, у которых ось вращения не только ниже оси вращения остальных стрелок, но и смещена в сторону (как на фото). Здесь твоих данных уже недостаточно.

– Да... Не предусмотрел. Зато могу показать способ решения этой задачи, если смещения в сторону нет. Его можно назвать *научно-теоретическим*, потому что именно учёные-теоретики первыми сформулировали принцип: «Если факты противоречат теории – тем хуже для фактов». Пусть *все* стрелки всё-таки насажены на одну ось. Тогда возникает противоречие с условием, но давай закроем глаза на то, что $17>7$.

– Не закрываются!

– Ладно, решим задачу в общем виде. Пусть расстояние между концами стрелок в 12:00 равно A, а через полчаса – B. Обозначим длину большей стрелки через x, а меньшей – через y. Тогда получаем:

$$\begin{cases} x-y=A, \\ x+y=B. \end{cases}$$

Если в каждом из этих уравнений возвести обе части в квадрат (раскрыв, как полагается, скобки), а затем эти уравнения сложить, то получим:

$$2(x^2+y^2)=A^2+B^2$$

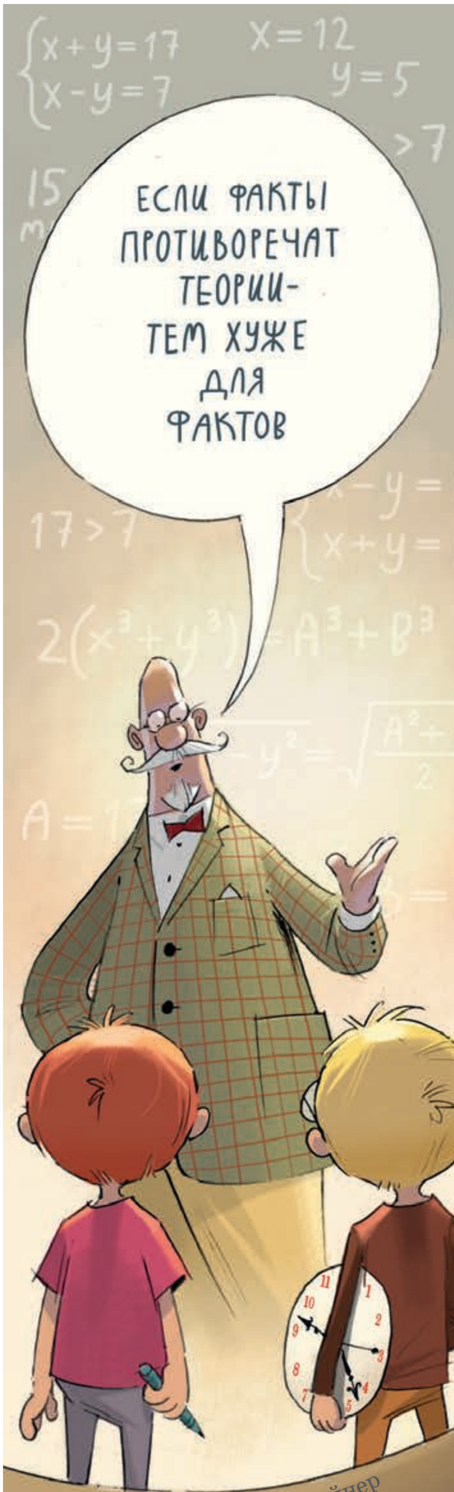
Ещё через 15 минут стрелки расположатся под прямым углом, и расстояние между их концами будет

$$\sqrt{x^2+y^2}=\sqrt{\frac{A^2+B^2}{2}}.$$

Подставив сюда $A=17$ и $B=7$ (или наоборот, без разницы!), получаем тот же ответ 13 мм. И не надо ломать голову, каковы длины стрелок и что больше – A или B. Так и надо действовать в трудных случаях, а не рассуждать, какие вылезают противоречия. Согласен?

– Нет.

– Ничего, я это выдержу. Пока!



Художник Алексей Вайнер

Валерия Сирота

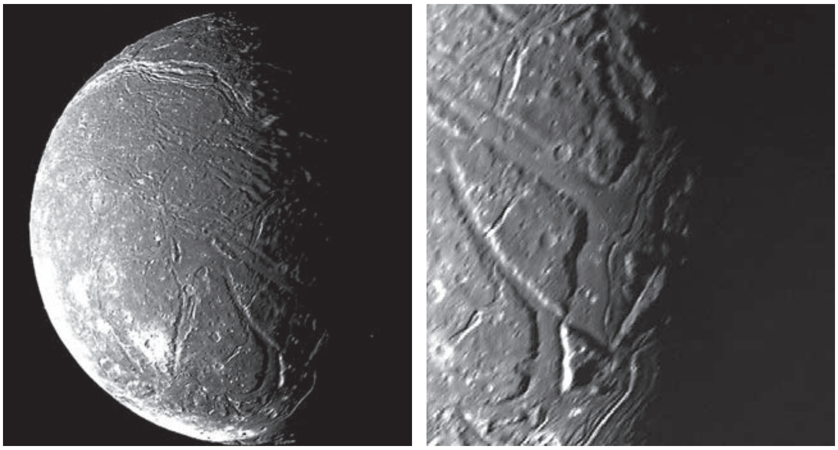
УРАН И НЕПТУН

Окончание. Начало в № 9.

Что ещё у этих двух планет разное – это спутники. У Урана спутники, в общем-то, мелкие, все вместе они весят меньше половины одного нептуновского Тритона, не говоря уж о нашей Луне. Но всё-таки пять из них имеют сферическую форму. Почти все спутники (кроме совсем мелких булыжников вдали от планеты) вращаются в плоскости экватора Урана – значит, они, скорее всего, образовались вокруг него, и уже после «катастрофы» (а возможно, и благодаря ей – из появившегося в результате стройматериала). Все крупные спутники Урана состоят из смеси льда (водного, сухого и аммиачного) и камня – примерно поровну. Вероятно, они были раньше разогреты и «переплавились», так что камень опустился вниз, а лёд поднялся к поверхности. Посредине между тем и другим мог быть океан из воды, подогреваемый приливами, как у спутников Юпитера и Сатурна. У спутников поменьше он давно замёрз, а у Титании и Оберона – двух самых больших – мог сохраниться и по сей день. Правда, всё равно температура такой «воды» ненамного выше –100 °C (!) – замёрзнуть ей мешает большое давление (сверху ведь толстый ледяной панцирь) и добавки-«незамерзайки» – аммиак и разные соли.

Все пять крупных спутников ужасно исцарапаны – покрыты гигантскими глубокими каньонами длиной сотни километров, шириной до 50 км и глубиной до 5 км. Самый большой каньон на Титании тянется от её экватора почти до самого полюса (1500 км). Предполагают, что эти каньоны – огромные трещины в ледяной коре – образовались при постепенном замерзании подлёдного океана: ведь вода при замерзании не сжимается (как большинство веществ), а расширяется. Каждый новый слой льда «распирал» ледяную кору и разламывал её – это похоже на образование эскарпов Меркурия, только там кора проваливалась внутрь, а тут – выталкивалась наружу. Возможно, при этом немного воды выливалось наружу и затем заливало дно трещин.

Совсем непохожи на них спутники Нептуна. Они, правда, совсем мало изучены – но и так уже видно,



Спутник Урана Ариэль и его каньоны.

что один только Тритон имеет сферическую форму. Остальные – бесформенные глыбы, хотя по крайней мере два из них могли бы, судя по массе, быть шарообразными. Очевидно, они никогда не нагревались – иначе уж точно «переплавились» бы в шарики. Непохоже, чтобы эти спутники образовались вместе с планетой – видимо, они все захвачены позже.

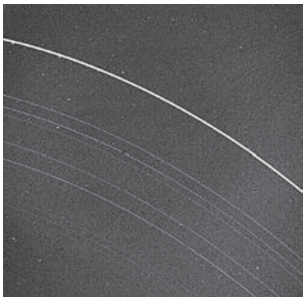
Тритон раза в 3–4 легче Луны, занимает 7-е место по массе среди спутников. По размерам он больше Плутона, недавно лишённого звания планеты, да и по другим параметрам похож на него. При этом он – единственный из крупных спутников, который вращается вокруг своей планеты «не в ту сторону» и по сильно наклонённой орбите. И это при том, что период обращения вокруг Нептуна – всего 6 часов, то есть орбита очень низкая! Не иначе Тритон, как и остальные нептуновы спутники, не родился в этих местах, а был захвачен. Откуда же Нептун ухитрился раздобыть такого большого вассала? Из пояса Койпера.

Планет всего 8, а ещё лет десять назад говорили – 9: Плутон «разжаловали» в карликовые планеты. Дело в том, что за орбитой Нептуна обнаружили целую кучу небольших планеток, и некоторые из которых по размеру и массе очень похожи на Плутон. Чтобы не объявлять их всех планетами, пришлось придумать для них отдельную категорию – *карликовые планеты*. Скопление карликовых планет и малых тел за орбитой Нептуна, на расстояниях 30-50 а.е., называется *поясом Койпера*, по аналогии с поясом астероидов.

Кстати, крупнейшее тело из пояса астероидов – Цереру – тоже перевели из астероидов в разряд карликовых планет. И, как Юпитер в поясе астероидов, Нептун наводит свои порядки в поясе Койпера, возмущая и раскачивая орбиты одних планеток и стабилизируя орбиты других. Чуть ли не весь пояс Койпера находится с ним в резонансе: например, периоды обращения Нептуна и Плутона относятся как 2:3. Их орбиты почти пересекаются, но они никогда не столкнутся именно из-за резонанса.

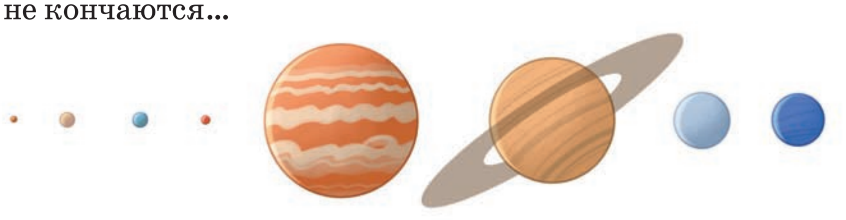
Возвращаясь к Тритону, заметим, что Нептун уже успел «воспитать» его – вращается Тритон синхронно (всё время «смотрит» на планету одной стороной). Замечательно, что его орбита – идеальный круг. Очевидно, раньше она была вытянутой (хотя и неизвестно, насколько), и на её «выравнивание» приливными силами пришлось затратить довольно много энергии. Эта энергия, переходя в тепло, нагревала Тритон, и до сих пор на нём действуют криовулканы, которые вместо горячей магмы извергают жидкий азот. Возможно, что под поверхностью до сих пор осталась незамёрзшая жидкость (вода с аммиаком при −100 °C). При этом на поверхности Тритона до того холодно (−235 °C), что азот, который в земных условиях – только газ, там может даже выпадать в виде снега.

И Уран, и Нептун окружены кольцами, но кольца эти слабые и состоят из тёмных частиц – вид совсем не тот, что у Сатурна. По тому, какие они тонкие и какие широкие между ними промежутки (см. фото) похоже, что это останки совсем недавно разрушенных приливными силами маленьких спутников.



Кольца Урана

Вот и подошло к концу наше путешествие по восьми большим планетам Солнечной системы и их лунам. Но секреты и загадки Солнечной системы на этом, конечно, не кончаются...



Художник Мария Усеинова

САМЫЙ БОЛЬШОЙ МУЗЫКАЛЬНЫЙ ИНСТРУМЕНТ

Анастасия Челпанова

Мы с папой были на концерте, и я впервые услышал звук орга́на!

– Вот это инструментище! Я даже немного оглох.

Папа улыбнулся.

– А правда, что органист играет и руками, и ногами?

– Да, – подтвердил папа, – есть клавиатура для рук, называется *мануал*[1], а есть ножная – *педаль*. Органист, сидя на стуле, нажимает на клавиши мануалов пальцами рук, а на клавиши педали – ногами.

Я представил себе органиста, похожего на паука.

– И зачем так неудобно придумали? Сделали бы, чтобы несколько человек играли, но только руками.

– Раньше так и было.

– Правда? Прямо, как я предложил?

– На органе как только ни играли: руками, ногами, кулаками, даже локтями! Его надевали на шею, ставили на стол, занимали им несколько комнат…

– Надевали на шею? Такую махину не поднимешь!

– Давай расскажу по порядку. Орган придумали ещё древние греки примерно в V–IV веке до нашей эры, – деловито начал папа. – И назывался он *гидравлос*[2], так как соединялся с сосудом с водой.

– Первый орган был водяной?

– Представь себе. Но его звук был тихим и не очень красивым. Только лет через 500 в Римской империи придумали меха, подающие воздух в трубы равномерно. Звук стал более красивым и ровным. Органы с такими мехами назвали *пневматическими*.

– Но как их можно было надевать на шею?

– Эти – пока никак! Маленькие органы появились примерно в VI веке. Их назвали *портативами*[3]. К ним крепилась лента, чтобы носить на себе.

– Здо́рово! Переносной органчик!

– Вовсе не здо́рово. Играть на нём было неудобно. Представь: одной рукой ты всё время давишь на рычаг, качая воздух, а другой нажимаешь на маленькие

[1] от лат. manualis «мануалис» – ручной.

[2] от греч. γδρα «гидро» – вода, αύλός «авлос» – деревянный духовой инструмент.

[3] от лат. porto «порто» – ношу

клавиши. Трубы играют прямо под ухом, а не такой уж лёгкий орган болтается на шее из стороны в сторону.

Я представил.

– Да, пожалуй, на большом органе играть проще.

– Как сказать... – Папа улыбнулся. – У большого средневекового органа было так много мехов для воздуха, что их не мог накачать один человек, и при церквях появились специальные рабочие – *калькanты*.

– Ого!

– Меха накачивались очень шумно, поэтому их помещали в отдельную комнату, и церковный орган занимал сразу несколько залов. Обычно на нём играли вдвоём, но нужно было так сильно нажимать на клавиши, что приходилось делать это кулаками или локтями! Клавиши были большие, до 30 см в длину и 10 см в ширину! Вот это и правда была махина!

– Здóрово! Сколько же всего человек должны были одновременно работать, чтобы орган звучал?

– У всех по-разному. В 980 году в Винчестерском монастыре установили орган с двумя ручными клавиатурами для двух исполнителей и с 14 мехами, которые накачивало... как думаешь, сколько человек?

– Трое?

Папа хитро прищурился.

– Ну, пять, десять... не знаю, – пожал я плечами.

– Семьдесят калькантов! – медленно произнёс он. Этот инструмент считали лучшим в своё время.

– Вот это да! Это самый большой орган в истории?!

– Думаю, нет! В начале XX века сделали орган, в котором 6 мануалов и больше 28000 труб. Сейчас он стоит в одном из торговых центров Филадельфии.

– Откуда ты всё знаешь? – восхищённо вздохнул я.

– Ну!..– папа важно махнул рукой и выдержал паузу. – Если честно, только вчера об этом прочитал.

Я засмеялся.

– А что потом? Что стало с маленьким органчиком?

– Он чуть «подрос» и стал называться *позитивом*[4]. Его ставили на стол или на пол. А вот большому

[4] от лат. positum «позитум» – поставленный

органу повезло меньше. Из-за раскола западной церкви на католическую и протестантскую многие храмы, а с ними и органы, стали разрушаться. Так, орган Вестминстерского аббатства в Англии полностью сломали, а его трубы из дорогого сплава продали.

– Что же, так все органы и пропали?

– Не совсем. Сохранились два органа, они считаются самыми старинными. Один из них сейчас в Германии, в городе Зёст-Остённен, второй – в Швейцарии, в замке Валери. Создали их на рубеже XIV и XV веков.

Я снова задумался.

– Но ведь мы сегодня слушали Баха! – обрадовался я.

– И что же? – не понял папа.

– Как что? Он писал произведения для органа, а жил позже. Значит, потом появлялись новые органы!

– Верно, – кивнул папа. – В эпоху барокко, в XVII – XVIII веках, как раз придумали ножную клавиатуру!

– И орган стал таким, как сейчас?

– Скорее он чудом сохранился почти таким, каким был, – нахмурился папа. – К XIX веку про орган стали забывать. Композиторы писали музыку для симфонического оркестра, доверяя большому органу лишь звуковые эффекты: содрогание земли, сошествие ангела с неба... Немецкий композитор Георг Фоглер даже решил, что этот инструмент устарел. По его задумке старинные органы переделывали или уничтожали как ненужные. Сам же он придумал переносной орган *оркестрион* и возил его на гастроли.

– Переносные и до него были! А большие жалко!

Мы замолчали и шли задумавшись.

– Погоди, а сегодня на концерте воздух в меха тоже калькanты что ли накачивали? – вдруг спросил я.

– Нет, – рассмеялся папа, – в XX веке в конструкции органа появился мотор, заменивший людей.

– Это хорошо, – вздохнул я, представляя, как во время концерта за кулисами толпа людей накачивает меха. – Выходит, играть на современном органе стало просто?

– Ну, уж точно проще, чем раньше, – сказал папа.

Художник Екатерина Ладатко

ПУТЕШЕСТВИЕ №8 ПО ЗООПАРКУ ЭЛЕМЕНТОВ

КРИПТОН, РУБИДИЙ, СТРОНЦИЙ, ИТТРИЙ, ЦИРКОНИЙ

КРИПТОН Kr

36 Kr 83,80 КРИПТОН

В клетке № 36 «живёт» *криптон*. Инертный, или благородный, газ криптон открыл знаменитый шотландский химик Уильям Рамзай. Забавно, что название «криптон» Рамзай придумал тремя годами ранее. Тогда Рамзай выделил из минерала клевеита неизвестный газ и заподозрил, что это гелий. До этого гелий наблюдали только на Солнце с помощью спектроскопа. У Рамзая не было точных приборов, чтобы проверить свою догадку, и он послал колбу с газом специалисту по спектроскопии Уильму Круксу, из осторожности дав газу название «криптон». Крукс быстро установил, что «криптон» это гелий. По-настоящему Рамзай открыл криптон в 1898 году и присвоил ему то же имя – криптон, от греческого κρυπτος, скрытый.

Большинство современных ламп накаливания заполнены инертным газом, а самые качественные – криптоном или его смесью с ксеноном. В инертной атмосфере раскалённая вольфрамовая нить медленнее распыляется и дольше не рвётся. Криптон лучше, чем аргон, замедляет распыление нити и сохраняет тепло. Используют криптон и в газоразрядных лампах.

Довелось побывать криптону и всемирным эталоном метра. Первым такой эталон – платиновую линейку – изготовили в 1799 году в Париже. Но когда требования к точности измерений возросли, в 1960 году заключили международное соглашение, определяющее метр как 1650763,73 длины волны оранжевой линии стабильного изотопа ^{86}Kr. Но криптон торжествовал недолго. В 1983 году XVII Генеральная конференция по мерам и весам приняла новое определение метра: 1 метр – это единица длины, равная пути, проходимому в вакууме светом за 1/299792458 долю секунды.

РУБИДИЙ Rb

Rb 37 85,4678 РУБИДИЙ

Рубидий занимает клетку № 37. В 1861 году Густав Кирхгоф и Роберт Бунзен с помощью спектрального анализа обнаружили новый элемент и назвали его *рубидий* по цвету наиболее характерных красных линий спектра. По латыни *rubidus* – красный.

Рубидий – щелочной металл серебристого цвета. Имеет чрезвычайно низкую температуру плавления – всего 39 °C. Он химически невероятно активен, вступает в реакции с чем угодно и когда угодно. На воздухе сразу воспламеняется. Не менее активно и тоже с воспламенением соединяется он с хлором и другими галогенами, а с серой и фосфором – даже со взрывом. При обычной температуре рубидий реагирует с водой столь бурно, что выделяющийся водород тут же воспламеняется.

Рубидий, как и многие металлы, обладает фотоэлектрическими свойствами. Свет, попадающий на катод, изготовленный из такого металла, возбуждает в цепи электрический ток. Но если в случае платины, например, для этого требуются лучи с очень малой длиной волны, то у рубидия, напротив, фотоэффект наступает под действием волн почти всего видимого спектра вплоть до жёлтого цвета. Это значит, что для возбуждения тока в рубидиевом фотоэлементе требуются меньшие затраты энергии.

Некоторые соединения рубидия относятся к группе психотропных препаратов, основным свойством которых является способность стабилизировать настроение у больных с психическими расстройствами. Они также смягчают характер, понижают раздражительность, неуживчивость, вспыльчивость.

СТРОНЦИЙ Sr

Sr 38 87,62 стронций

В клетке № 38 находится *стронций*. Назвали его по минералу стронцианиту, а тот получил имя по названию шотландской деревни Стронциан, рядом с которой был обнаружен в свинцовом руднике.

5 августа 1963 года в Москве представители США, Великобритании и СССР подписали договор о запрещении испытаний ядерного оружия в атмосфере, в космическом пространстве и под водой. Помимо мгновенного воздействия ударной волной, световым излучением и проникающей радиацией, ядерный взрыв ещё и заражает местность радиоактивными отходами. Одним из самых опасных для людей является радиоактивный изотоп стронция ^{90}Sr.

Изотоп ^{90}Sr образуется при цепной реакции урана или плутона. Вообще-то, там получается много изотопов разных элементов, но почти все они короткоживущие, а ^{90}Sr имеет период полураспада 28 лет. Попав в окружающую среду, он будет долго воздействовать на нас. При распаде ^{90}Sr испускает потоки быстрых электронов, которые наносят непоправимый вред всему живому, особенно если попадают внутрь организма.

Если бросить немного стронция в огонь, то пламя окрасится в ярко-красный цвет. Это свойство летучих солей стронция сделало их незаменимыми компонентами различных пиротехнических составов. Красные фигуры фейерверков, красные огни сигнальных и осветительных ракет – всё это «дело рук» стронция.

ИТТРИЙ Y

Y 39 88,90585 ИТТРИЙ

Иттрий занимает клетку № 39. В 1787 году в заброшенной шахте близ посёлка Иттербю на острове Ресарё Стокгольмского архипелага геолог-любитель, а по совместительству офицер шведской армии Карл Аррениус нашёл удивительно тяжёлый неизвестный минерал, который он назвал *иттербитом*. В 1794 году Юхан Гадолин, как он думал, выделил из иттербита соединение нового элемента. На самом деле, как выяснилось полвека спустя, это была смесь оксидов химически очень близких друг другу элементов.

Сейчас в таблице Менделеева 118 элементов. Стран на нашей планете 256, городов больше 2,5 миллионов. Так что стране или городу оказывается великая честь, если название химического элемента связано с их именем. А сколько на Земле посёлков, вряд ли кто-нибудь когда-нибудь сможет сосчитать. А в честь маленького посёлка Иттербю названы целых четыре элемента! Это найденные в иттербите иттрий (Y), тербий (Tb), эрбий (Er) и иттербий (Yb). Чтобы не было путаницы, иттербит переименовали в гадолинит. Впоследствии в гадолините нашли ещё шесть новых элементов, но о них позже.

В институте мы изучали химию по учебнику Б. В. Некрасова издания 1962 года. Про иттрий и его соединения там сказано, что они не нашли промышленного применения. Но именно в это время учёным удалось получить хорошие и относительно дешёвые светящиеся покрытия экранов цветных телевизоров, в состав которых входили и соединения иттрия. И только в конце XX века появились мониторы на жидких кристаллах.

ЦИРКОНИЙ Zr

Zr 40 91,224 ЦИРКОНИЙ

В клетке №40 «проживает» *цирконий*. В конце XVIII века Мартину Клапроту подарили драгоценный камень, добытый на Цейлоне. Клапрот был настоящим химиком, поэтому сразу приступил к исследованию подарка. В результате он выделил двуокись неизвестного элемента, которой он дал название *цирконовая земля*. По одной из версий металл цирконий получил имя от персидского *zargun* из-за золотистой окраски (в переводе «цар» – золото, «гун» – цвет).

Минерал циркон очень огнеупорен. Кирпичи, содержащие добавку двуокиси циркония ZrO_2, позволяют провести более 1000 плавок стали без ремонта печи. Такие кирпичи особенно хороши при плавке алюминия, потому что они, в отличие от глиняных кирпичей, расплавленным алюминием не смачиваются. Это позволяет печам из кирпичей на основе циркония непрерывно работать в течение целого года.

Много циркония требуется ядерной энергетике. Дело в том, что для активной зоны реактора нужны материалы, не задерживающие нейтроны. Именно таким материалом является цирконий.

Цирконий, как и многие металлы, на воздухе быстро окисляется, выделяя тепло. Но если брусок циркония просто покрывается тонкой защитной плёнкой своей двуокиси, то порошок или стружка циркония, мгновенно нагреваясь, легко самовозгораются на воздухе даже при комнатной температуре. Циркониевая пыль в смеси с воздухом способна даже взрываться.

Теперь вспомним, как нам рекламой навязывали циркониевые браслеты как средство чуть ли не от всех болезней. Но это не что иное как «плацебо». Так называют лекарство без явных лечебных свойств – оно может давать лечебный эффект просто благодаря вере пациента в этот препарат. Ведь на самом деле цирконий, покрытый защитной плёнкой своей двуокиси, не взаимодействует с тканями и жидкостями организма (его, как и титан, даже используют в протезах).

Художник Мария Усеинова

Алексей Панов

ВДОГОНКУ ЛЕТУ

Расскажу ещё об одной игрушке из «мусорной» коллекции «Toys from Trash» Арвинда Гупты.[1] О предыдущей мы недавно писали в статье «Ходячий Флексман и Пегас-Трансформер»[2]. А на этот раз о том, как сделать спринклер, если попросту – брызгалку. Мы сделаем даже две штуки. Одну – из двух пластиковых трубочек и двух маленьких резиновых колечек. Другую – из трубочки, заострённой палочки (деревянной шпажки) и одного колечка.

В каждом наборе одну трубочку разделите двумя метками на три равных отрезка, по каждой из меток сделайте неполный разрез и согните трубочку буквой «П». В первом наборе к середине верхнего отрезка «П» резиновым колечком прикрепите другую трубочку, чтобы получился трезубец, как на рисунке 1 слева. А в другом наборе проколите перекладину «П» шпажкой (рис. 1 справа).

Рис. 1. Трезубец

Концы зубьев скрепите второй резинкой, как на рисунке 2. Вот и получились две брызгалки.

[1]Все игрушки из коллекции «Toys from Trash» смотрите на сайте www.arvindguptatoys.com/toys.html.

[2]См. «Квантик» № 7 за 2017 год.

Рис. 2. Две брызгалки

А теперь погрузите брызгалку в сосуд с водой и покрутите. При вращении она будет брызгаться во все стороны (рис. 3).

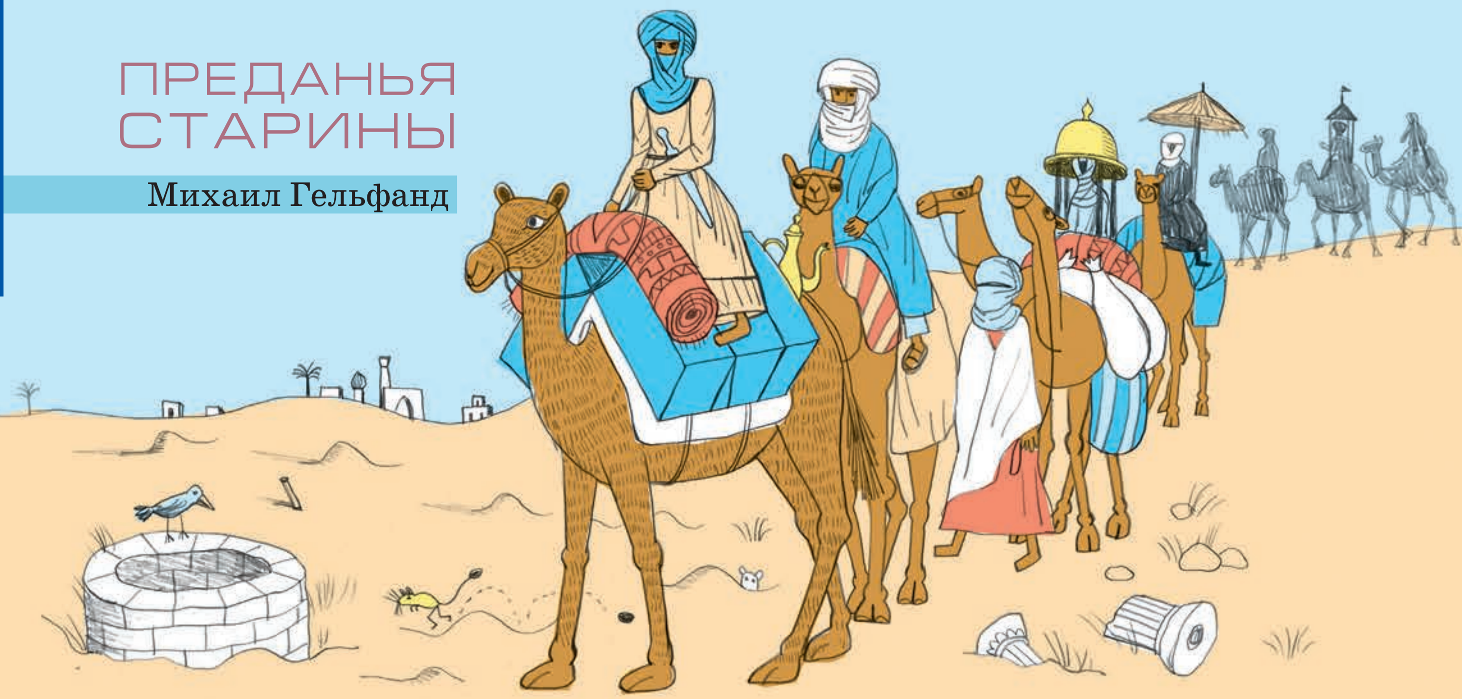
Рис. 3. Брызгалка в работе

Вот и всё, только, пожалуй, ещё взгляните на рисунок 3 и скажите, в каком направлении вращается сейчас брызгалка.

Оригинальная конструкция спринклера представлена на сайте www.arvindguptatoys.com/toys/cpump.html.

Фото автора
Художник Инга Коржнева

Михаил Гельфанд



Арабские монеты

Окончание.

1. Добавим ещё три монеты. Уточните продолжительность лунного года и дату переселения Мухаммеда из Мекки в Медину.
Подсказка: воспользуйтесь миллиметровой бумагой.

2. Что необычно в этой монете?

Присылайте решения до 1 ноября по адресу **kvantik@mccme.ru** с пометкой «арабские монеты». Победителей ждут призы!

Художник Артём Костюкевич

Иван Кобиляков

Саша Прошкин и овцебык

Однажды перед сном Саша Прошкин долго читал толстую книгу о копытных животных. Сколько там было интересных страниц и красочных иллюстраций! Олени, зубры, кабаны, верблюды, яки, бараны, лошади, козы, буйволы, лоси, антилопы...

Саша не заметил, как наступила глубокая ночь. Глаза у мальчика закрылись и он крепко заснул. Во сне ему явился удивительный зверь: огромный, как бык или зубр, и очень волосатый. «Шерсть как у яка, – подумал Саша, вспомнив картинки из книги, – может быть, это як?» Но потом заметил, что у необычного животного козлиные копыта и невероятные рога, похожие на шлем викинга. Он решил, что когда проснётся, спросит обо всём у своего друга, биолога Михаила Зверева.

На следующее утро Саша почистил зубы, позавтракал и побежал в школу. Каково же было его удивление, когда на урок биологии в тёплом пуховике и с рюкзаком за плечами к ним пришёл Михаил Зверев!

– Я только что говорил с вашей учительницей. Она пообещала, что отпустит со мной в экспедицию отличников по биологии, – сказал биолог классу.

Несколько человек подняли руки.

– Ещё нужно не бояться темноты и холода, потому что близится полярная ночь...

Лес рук поредел.

– ... И во всём меня слушаться. Поэтому те из вас, кто себя плохо ведёт на уроках, со мной не поедут.

После этих слов только два человека всё ещё держали руки высоко поднятыми. Это были Саша Прошкин и его соседка по парте Маша Крючкова.

– Ну вот и отлично! – сказал Михаил Зверев. – Если родители вас отпустят, то собирайтесь и приходите завтра на вертолётную площадку.

Саша так обрадовался предстоящей экспедиции, что совсем забыл спросить об удивительном животном, которое ему приснилось ночью.

На следующий день Михаил Зверев, Саша Прошкин и Маша Крючкова встретились у вертолёта. Маше было немного страшно. Вместо того, чтобы как следует собрать рюкзак, она до утра читала про Арктику.

– Там, куда мы летим, – шепнула Маша на ухо Саше Прошкину, когда они садились в вертолёт, – живут самые разные звери: белые медведи, моржи, тюлени... Но самый жуткий из них – это, по-моему, овцебык!

– Кто это? – удивлённо спросил подругу Саша.

– Миллион лет назад овцебыки только начали своё путешествие по Земле. Их родиной были южные и средние широты Евразии и Северной Америки. Оттуда они стали распространятся на север. 14-15 тысяч лет назад овцебыков ещё встречали на широте Киева, Воронежа и Самары. Но потом то ли климат поменялся, то ли люди научились лучше охотиться... В общем, на территории России все овцебыки пропали и остались только в Канаде и в США.

– Так что же, мы летим в Америку?! – воскликнул Саша Прошкин.

– Да нет же! – нетерпеливо продолжила Крючкова, – мы летим на Таймыр! Ведь в 1974 году овцебыков снова привезли из Канады и США в Россию. Здесь они адаптировались и теперь прекрасно себя чувствуют. Ходят по тундре и всех пугают!

Оглянись вокруг

Маша приставила два указательных пальца к голове и очень забавно изобразила овцебыков. Саша расхохотался. А Михаил Зверев, который слышал всё что говорила девочка, сказал:

– Всё правильно, Маша! Овцебыков действительно привезли на Таймыр сравнительно недавно. Это был большой международный проект. Только эти удивительные создания, Только эти удивительные создания совсем не страшные, если соблюдать рядом с ними осторожность. Скоро сама убедишься.

Вертолёт приземлился среди заснеженного поля рядом с низким домиком. На многие километры вокруг не было ничего кроме снега и льда.

– Вот, ребята, мы и прилетели. Это – восточная часть озера Таймыр. Биологический стационар «Бикада», 75° северной широты. Арктика! – воскликнул Михаил Зверев, выбравшись из вертолёта.

– Сюда привезли овцебыков в 1974 году, – вскинула носик всезнайка Крючкова.

Саша Прошкин достал бинокль и стал всматриваться в чернеющие на горизонте точки, которые он сперва принял за камни. Трудно было поверить, но Саша разглядел огромных волосатых животных, которых видел во сне! Размером они были с буйвола, шерсть как у яка, копыта как у козла, рога, как у викингов.

– Кто это?! Вы тоже это видите? – спросил Саша Прошкин биолога Зверева и свою одноклассницу Машу.

– Конечно видим, коллега, – ответил Михаил Зверев, посмотрев в свой бинокль, – это и есть овцебыки.

Маша испугалась подходить ближе. А Саша с Михаилом, взяв фотоаппараты и бинокли, стали тихонько подкрадываться к стаду. Заметив людей, гигантские животные не убежали. Самые взрослые из них выстроились в круг и образовали мощную стену, за которой тут же спрятались маленькие телята.

– Так овцебыки защищаются от своих врагов. Это их построение называется «каре», – пояснил Михаил Зверев.

– Похожую картинку я видел в учебнике по истории. Только там вместо овцебыков были крестоносцы, – сказал Саша, не отрываясь от окуляров бинокля. – Наверное, они ничего на свете не боятся, когда стоят вот так вот, в «каре»!

– Овцебыки надеются на свои крепкие лбы, мощные рога и копыта. Против волков построение в каре – отличная защита. Но злые люди легко могут расстрелять беззащитных животных из ружей – тут ни рога, ни копыта не помогут.

– Но мы ведь хорошие и осторожные, а, значит, овцебыкам нечего боятся. Они на нас не нападут, – рассудительно заметил Саша и обернулся назад, чтобы позвать испуганную подругу. Маша, как оказалось, уже пересилила страх и стояла рядом.

– В книжке я читала, что каждый овцебык весит по 200–300 килограммов. Во время брачных поединков самцы расходятся метров на пятьдесят, а потом со всего разбегу врезаются друг в друга. После такого удара не выжил бы ни один человек! Я думала, овцебыки злые, а они вон какие мирные... Ещё бы белых мишек увидеть! Михаил, скажите, мы увидим белых медведей ?

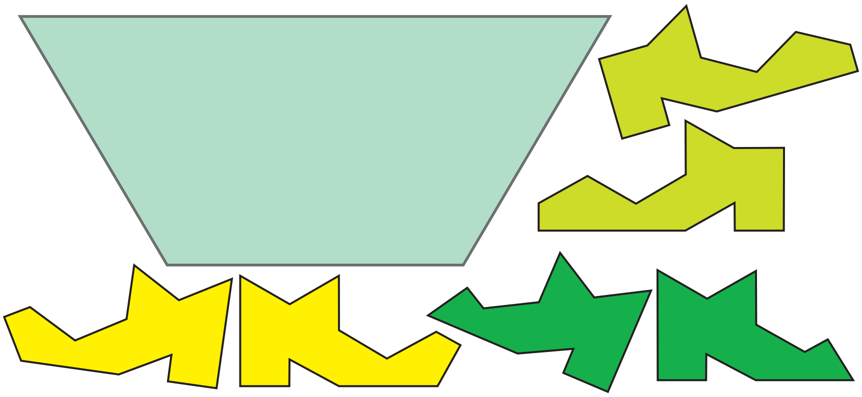
– Надеюсь, Машенька, что очень издалека... – задумчиво проговорил биолог.

Художник Маргарита Кухтина
Фото Константин Бабашкин

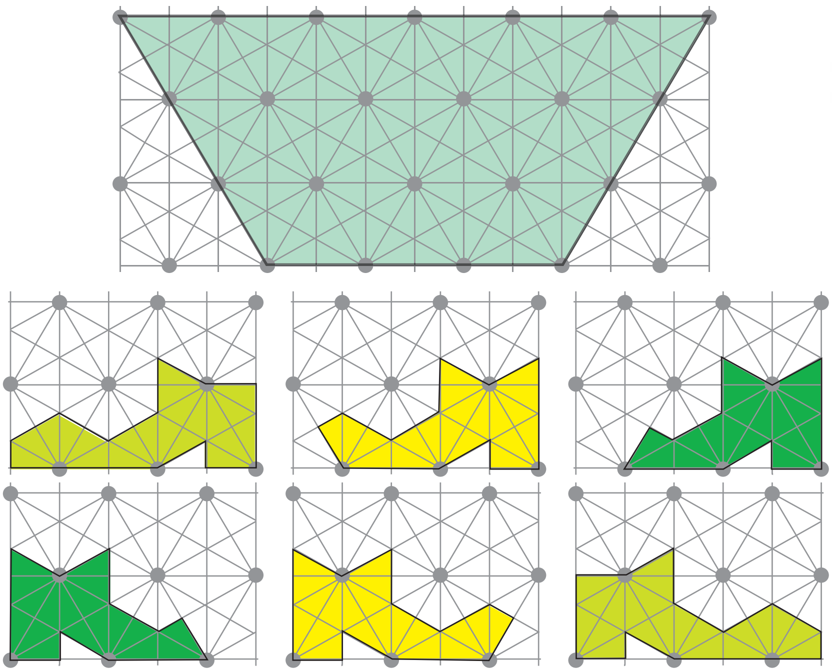
БАШМАКИ В КОРЗИНЕ

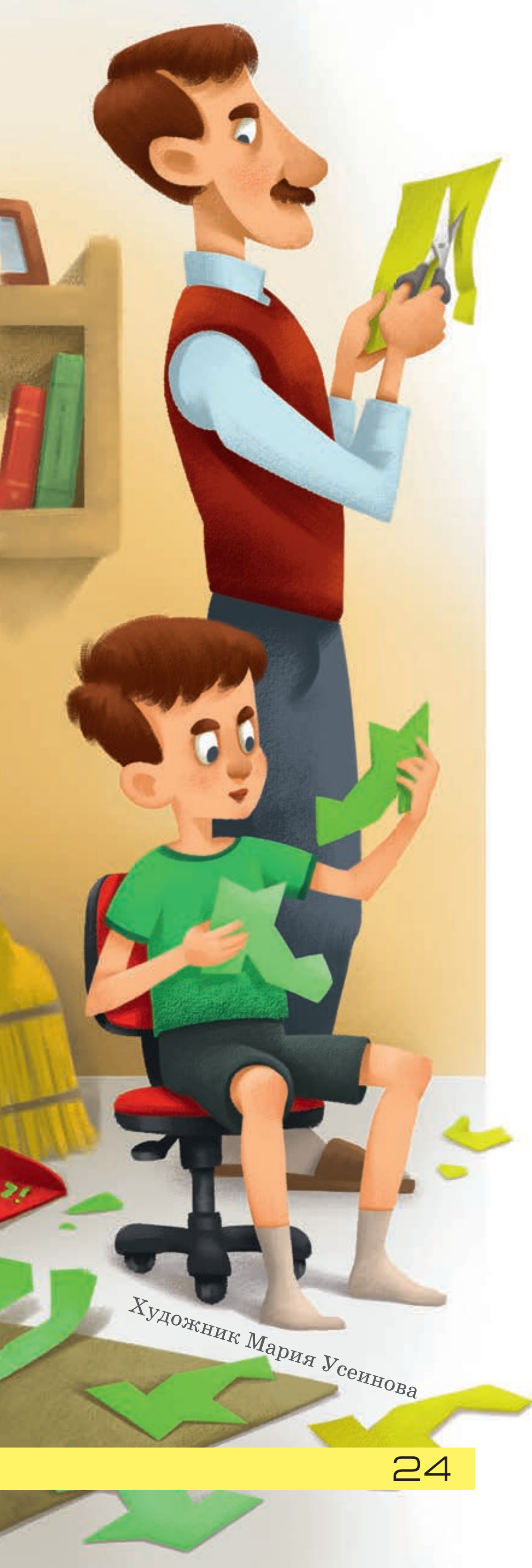
Владимир Красноухов

Перед вами три пары башмаков и корзина, в которую их нужно уложить. Эту головоломку я придумал благодаря реальной ситуации – похожая задача возникла недавно во время моего семейного путешествия.



Новая головоломка относится к тому же старейшему типу, что и около трети всех головоломок, изобретённых и выпущенных в мире: когда надо собрать плоскую фигуру или трёхмерное тело из составных частей, выполнив какие-то дополнительные условия (например, обеспечить неподвижность частей, или симметричность собираемой фигуры, в нашем случае – уместить башмаки в корзине). По-английски они называются Put-Together Puzzles.



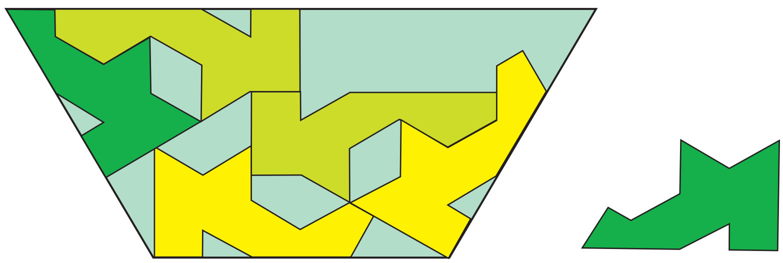


Художник Мария Усеинова

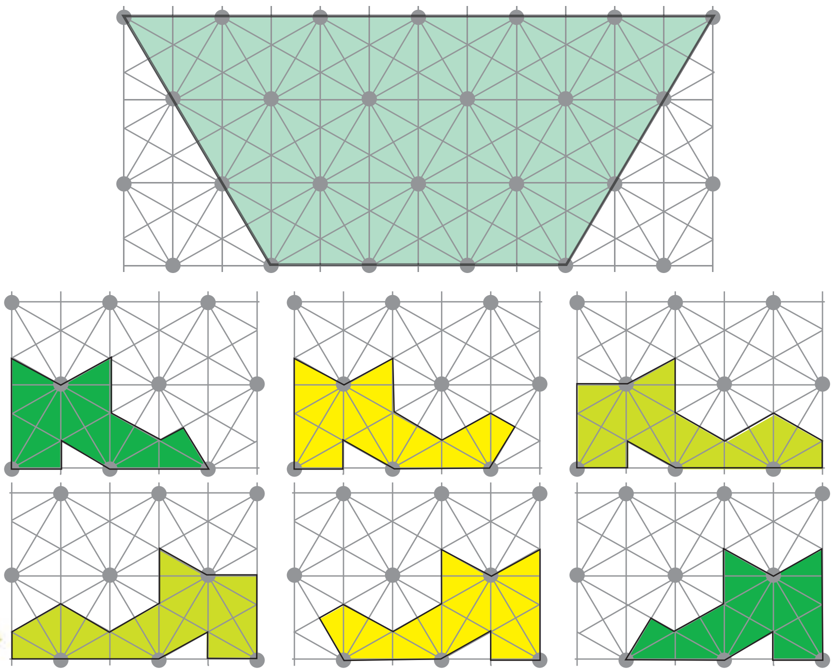
Форма корзины и башмаков и их относительные размеры показаны с помощью сетки внизу страницы.

Изготовьте из картона по приведённым выкройкам три пары башмаков и корзину и попробуйте решить эту задачу. Башмаки можно как угодно поворачивать и переворачивать. Все элементы этой головоломки плоские, и разместить их в корзине нужно в один слой.

Вот одна из множества неудачных попыток решить эту задачу. Увы, один из башмаков не помещается.



Тем не менее, автор этой головоломки утверждает, что решение задачи существует, причём единственное и изящное. Желаем успехов!



КОНКУРС
ПО РУССКОМУ ЯЗЫКУ

Приглашаем всех желающих принять участие в конкурсе по русскому языку. Для победы вовсе не обязательно решить всё – присылайте то, что получится. Решения четвёртого, заключительного тура ждём по адресу **ruskonkurs@kvantik.org** не позднее 1 декабря.

Итоги мы подведём в январском номере. Победителей ждут призы. Желаем успеха!

IV ТУР

16. «... край», «... бутылка»

Какое прилагательное (в разных грамматических формах) мы пропустили?

И.Б.Иткин

17. Один маленький мальчик принёс маме рисунок с подписью: «Парасёнок». «Почему через два «а»?» – удивилась мама. – «Как?! – ещё больше удивился сын. – Проверочное слово –...!»

Какое пятибуквенное слово назвал мальчик в качестве «проверочного»?

Л.З.Иткина

18. Эти два любимых детьми предмета (Икс и Альфа) словно бы поменялись названиями. Название Икса происходит от материала, из которого состоит Альфа, а название Альфы образовано от того, что делают с Иксом (правда, с Альфой некоторые тоже ухитряются это делать). Назовите Икс и Альфу.

В.Л.Карлинский

19. Однажды Серёжа отправился в магазин купить финтифлюшку. Продавщица финтифлюшек назвала ему цену в рублях. «Надо же, как дёшево, – подумал Серёжа, – меньше тысячи!» Однако когда Серёжа увидел цену на ценнике, она оказалась почти в десять раз выше, чем то, что он услышал.

Известно, что продавщица назвала цену правильно. Что услышал Серёжа, и сколько стоила финтифлюшка на самом деле? (Решение не единственно: достаточно привести любой подходящий вариант.)

С.М.Львовский

20. – Если ориентироваться на ______ русских букв, можно подумать, что буквы С и Ф обозначают ______ согласные, – не без удивления заметил один лингвист.

Заполните пропуски. Кратко поясните своё решение.

С.И.Переверзева

Художник Николай Крутиков

XXIII турнир математических боёв имени А.П. Савина

Материал подготовил
Александр Блинков

Ежегодно в конце июня школьники из многих городов съезжаются на летний турнир имени А. П. Савина. Мы приводим подборку избранных задач турнира 2017 года. После номера задачи указаны её автор и классы, для которых она предлагалась.

Избранные задачи

1. (*Е. Бакаев, Н. Чернятьев*, 6–7) Петя записал несколько различных натуральных чисел с суммой 100, используя только две различные цифры. Какое наибольшее количество чисел мог записать Петя?

2. (*А. Шаповалов*, 7–8)

а) Тридцать принцесс сидят по пятеро вокруг шести круглых столов, и у каждой пары соседок платья разного цвета. Всегда ли их можно рассадить по трое вокруг десяти круглых столиков так, чтобы по-прежнему у каждой пары соседок были платья разного цвета?

б) Двадцать принцесс сидят по пятеро вокруг четырёх круглых столов, и у каждой пары соседок платья разного цвета. Докажите, что их можно пересадить за пять круглых столов по четверо так, чтобы по-прежнему у каждой пары соседок были платья разного цвета.

3. (*Е. Бакаев*, 7–8) В стране между некоторыми городами осуществляются беспосадочные перелёты (рейсы односторонние). Авиакомпания хочет установить цены на полёты так, чтобы если от одного города до другого можно было долететь (с пересадками) несколькими способами, то все способы обходились бы путешественнику в одинаковую сумму. Всегда ли получится это сделать, если стоимость перелётов может быть любой отличной от нуля, в том числе и отрицательной?

4. (*Е. Бакаев, А. Шаповалов*, 7–8) Клетчатый многоугольник, клетки которого раскрашены в белый и чёрный цвета, назовём *хорошим*, если в нём ровно четверть чёрных клеток. Любой ли хороший квадрат со стороной 12 можно разрезать на 9 хороших многоугольников?

5. (*А. Шаповалов*, 6) Каждая грань кубика размером $2\times2\times2$ разбита на четыре квадрата 1×1. Какое наибольшее количество квадратов можно закрасить так, чтобы они не соприкасались даже углами?

6. (*Я. Дрокин*, 6) Петя и Вася играют с клетчатым квадратом 2017×2017 по таким правилам: сначала Петя делит квадрат по линии сетки одним прямолинейным разрезом на две части, потом Вася выбирает из них одну часть (другая выбрасывается) и режет её аналогичным

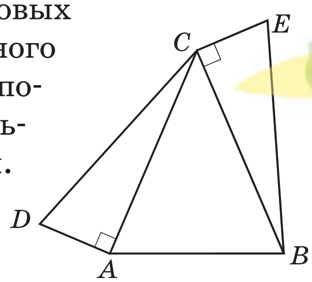
образом на две части, затем Петя из этих частей выбирает одну и режет, и т.д. Тот, кто не сможет сделать очередной ход, проигрывает. Кто из них сможет выиграть, независимо от того как будет играть соперник?

7. (*А.Шаповалов*, 6) По кругу лежат 4 камня. Известно, что вес одного из них равен сумме весов двух его соседей. Можно ли найти этот камень за два взвешивания на чашечных весах без гирь?

8. (*Е.Бакаев*, 6–7) Стороны многоугольника идут по линиям клетчатой сетки, причём длина одной стороны равна 5, а другой – 6. Назовём вершину *разносторонней*, если в ней сходятся стороны разных длин. Какое наименьшее количество разносторонних вершин может быть в этом многоугольнике?

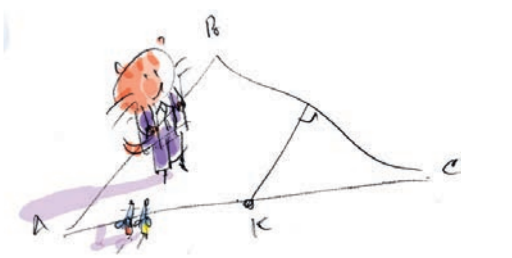
9. (*Е.Бакаев*, 6–7) Шестиугольник, все стороны которого разной длины, разрезали на равные треугольники. Какое наименьшее количество треугольников могло получиться?

10. (*А.Пешнин*, 7–8) На боковых сторонах AC и BC равнобедренного треугольника ABC как на катетах построены вовне равные прямоугольные треугольники ADC и CEB (см. рисунок). Докажите, что из отрезков BD, AE и BC можно сложить треугольник.



11. (*Е.Бакаев*, 7–8) В треугольнике ABC угол B равен $120°$, точка M – середина стороны AC. На лучах AB и CB отмечены точки K и L соответственно так, что $AK = CL$ и $\angle KML = 120°$. Докажите, что $KL = AM$.

12. (*Е.Бакаев*, 7–8) В равнобедренном треугольнике ABC на основании AC отмечена точка K так, что $CK = AB$. К стороне BC проведён перпендикуляр KE, который разделил ABC на треугольник и четырёхугольник. У кого из них периметр больше?



13. (*А.Шаповалов*, 7–8) По кругу стоят 25 детей. Каждого спросили: «Сколько твоих соседей одного с тобой пола?». Известно, что 8 детей ответили: «2», 8 ответили: «1», 8 ответили: «0». Что ответил 25-й ребёнок?

Художник Сергей Чуб

КОНКУРС ПО РУССКОМУ ЯЗЫКУ, III тур («Квантик» № 7, 2017)

11. *В русском языке много глаголов, содержащих одновременно мягкий и твёрдый знак: подъехать, съесть, объяснить и т.д. Приведите пример существительного, содержащего одновременно мягкий и твёрдый знак. Постарайтесь, чтобы это существительное было как можно более коротким.*

Самые короткие существительные, в которых пишется одновременно и мягкий, и твёрдый знак, состоят из 7 букв. Это слова ***объедья*** и ***объятье***. Правда, оба они не совсем «настоящие»: *объедья* (то же, что «объедки») – диалектное, *объятье* – вариант более распространённого *объятие*. Более же бесспорные примеры гораздо длиннее (10–11 букв): ***объёмность***, ***въедливость***, ***фельдъегерь*** и другие.

12. *Македонский язык – один из южнославянских языков. Какая часть тела по-македонски называется умник?*

Конечно, названия таких важнейших частей тела, как голова и мозг, в македонском языке имеют те же корни, что и в русском: *глава* и *мозок*. А *умник* по-македонски – **зуб мудрости**.

13. *Какие два (не однокоренных) глагола, один со значением «удивить, поразить», другой – со значением «удивиться, поразиться» возникли из-за того, что многим жителям древней Руси приходилось постоянно принимать участие в военных походах и битвах?*

Эти глаголы – ***ошеломить*** и ***опешить***. Глагол *ошеломити* первоначально означал что-то вроде «оглушить ударом по шелому» (*шелом* – исконно русский аналог слова *шлем*, заимствованного из церковнославянского языка). Нынешний глагол *опешить* «растеряться от изумления» возник в результате «скрещения» двух древнерусских глаголов – *опѣшити* «сбить с коня, сделать пешим» и *опѣшати* «лишиться коня, стать пешим».

14. *Сколько согласных букв русского алфавита можно составить из двух палочек произвольной длины? Перечислите их.*

Таких согласных букв – **четыре** (Г, Л, Т, Х) или **пять** (если добавить ещё С; шрифты, в которых С изображается «уголком», существуют).

15. *Марина писала сообщение на телефоне. Когда она написала очередное слово, телефон в качестве возможного продолжения предложил ей два варианта: «... вечность» и «... тебя». Какое слово написала Марина?*

Судя по предложенному телефоном слову «тебя», Марина написала что-то вроде «прошу», «жду», «обнимаю»... Но при чём тут «вечность»? Дело в том, что у одного из глаголов, часто встречающихся со словом «тебя» (***целу́ю***), есть омограф с другим ударением – прилагательное женского рода, часто встречающееся со словом «вечность» (***це́лую***). Различать омографы современные чудеса техники (пока?) не умеют, вот телефон на всякий случай и предложил девушке два варианта.

НАШ КОНКУРС («Квантик» № 8, 2017)

56. *Когда угол между часовой и минутной стрелками больше: в пять минут двенадцатого или в десять минут первого?*

Ответ: В 11:05. Если бы в 11:05 часовая стрелка указывала на 11, а в 12:10 – на 12, то угол между стрелками был бы один и тот же. Но за 5 минут часовая стрелка успела пройти меньше, чем за 10 минут, поэтому в 11:05 угол больше.

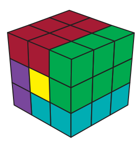
57. *В многодетной семье у каждого ребёнка спросили: «Сколько у тебя братьев?» Каждый из детей назвал одно натуральное число, а сумма всех названных чисел оказалась равна 35. Сколько детей в семье, если все дети ответили правильно?*

Ответ: 8. Пусть мальчиков m, а девочек – d. Тогда каждый мальчик ответил $m-1$, а девочка – m. Сумма названных чисел равна $m\cdot(m-1)+d\cdot m=m\cdot(m+d-1)$. Это произведение равно 35. Значит, множители равны либо 5 и 7, либо 1 и 35. Получится четыре случая:

случай:	1)	2)	3)	4)
$m=$	1	5	7	35
$m+d-1=$	35	7	5	1
$d=$	35	3	−1	−33

Число девочек не может быть меньше 0, поэтому случаи 3 и 4 не подходят. В случае 1 мальчик назвал число 0, что противоречит условию. Остаётся случай 2, и всего в семье $5+3=8$ детей.

58. *Из девяти одинаковых кирпичей-уголков, каждый из которых склеен из трёх кубиков $1\times1\times1$, можно сложить куб $3\times3\times3$ (см. задачу 16 конкурса). Один из кирпичей-уголков потеряли и заменили его прямым кирпичом $3\times1\times1$. Можно ли из нового набора сложить куб $3\times3\times3$?*



Ответ: можно. Разрежем куб на кирпич $3\times1\times1$ (отмечен жёлтым) и четыре плитки $3\times2\times1$, и каждую плитку разрежем на два кирпича-уголка.

59. *Двое игроков по очереди забирают камешки из большой кучи камней. Первый забирает один камешек, а далее каждый игрок берёт либо на камешек больше, либо на камешек меньше, чем соперник перед ним, но не менее одного камешка. Проигрывает тот, кто не может сделать ход. Кто выиграет при оптимальной игре, если игроки не могут оценить размер кучки, пока в ней больше десяти камешков?*

Ответ: первый. Опишем, как первый выиграет. Пока в куче хотя бы 4 камня, он берёт один камень. Второй тогда вынужден брать 2 камня. Если в куче осталось 3 камня или 1 камень, первый возьмёт их все, а если осталось 2, он возьмёт 1. После этого второй не сможет сделать ход.

60. *С какого-то момента директор компании «Не обманешь – не продашь» стал ежемесячно заявлять собранию акционеров, что доход за последние 7 месяцев превосходит расход, а налоговой инспекции – что расход за последние 12 месяцев превосходит доход. Как долго это может продолжаться, если директор не врёт?*

Ответ: 11. Пусть директору удалось делать такие заявления (отчёты) 12 месяцев подряд. Тогда всего в отчётах фигурировало 23 месяца. Пронумеруем их по порядку, тогда в первом 12-месячном отчёте будут учитываться месяцы с 1-го по 12-й, а в последнем – с 12-го по 23-й. Обозначим разницу между доходами и расходами за 1-й, 2-й, .. 23-й месяц через соответственно $a_1, a_2,.., a_{23}$. Нарисуем такую таблицу:

a_6	a_7	a_8	a_9	a_{10}	a_{11}	a_{12}	a_{13}	a_{14}	a_{15}	a_{16}	a_{17}
a_7	a_8	a_9	a_{10}	a_{11}	a_{12}	a_{13}	a_{14}	a_{15}	a_{16}	a_{17}	a_{18}
a_8	a_9	a_{10}	a_{11}	a_{12}	a_{13}	a_{14}	a_{15}	a_{16}	a_{17}	a_{18}	a_{19}
a_9	a_{10}	a_{11}	a_{12}	a_{13}	a_{14}	a_{15}	a_{16}	a_{17}	a_{18}	a_{19}	a_{20}
a_{10}	a_{11}	a_{12}	a_{13}	a_{14}	a_{15}	a_{16}	a_{17}	a_{18}	a_{19}	a_{20}	a_{21}
a_{11}	a_{12}	a_{13}	a_{14}	a_{15}	a_{16}	a_{17}	a_{18}	a_{19}	a_{20}	a_{21}	a_{22}
a_{12}	a_{13}	a_{14}	a_{15}	a_{16}	a_{17}	a_{18}	a_{19}	a_{20}	a_{21}	a_{22}	a_{23}

Сумма чисел в каждой строке равна какому-то 12-месячному отчёту, то есть отрицательна. А сумма чисел в каждом столбце равна какому-то 7-месячному отчёту, то есть положительна. Значит, сумма чисел всей таблицы одновременно отрицательна и положительна, что невозможно.

Покажем, что директор мог так говорить 11 месяцев подряд. Тогда в отчёты должны входить разности доходов и расходов за 22 месяца. Например, они могли быть такими: –8, 11, –8, 11, –8, –8, 11, –8, 11, –8, –8, 11, –8, 11, –8, 11, –8, –8, 11, –8, 11, –8, причём директор отчитывается в течение последних 11 месяцев. Тогда в каждом 12-месячном отчёте ровно 7 отрицательных чисел, и сумма чисел в отчёте отрицательна: $-8 \cdot 7 + 11 \cdot 5 < 0$. А в каждом 7-месячном – 4 отрицательных, и сумма чисел в отчёте положительна: $-8 \cdot 4 + 11 \cdot 3 > 0$.

АРАБСКИЕ МОНЕТЫ. (**«Квантик» № 9 , 2017**)

Как и в прошлый раз (см. ответы в «Квантике» №9), выпишем годы, отчеканенные на монетах. Вставим сразу арабские цифры, которые мы уже знаем, и разности между датами

(1) ١٩٩٣ – ١٤١٤	1993 – 1414 = 579
(2) 1990 – ١٤١١	1990 – 1411 = 579
(3) ١٩٩٨ – ١٤١٩	1998 – 1419 = 579
(4) ١٩٦٧ – ١٣٨٦	1967 – 1386 = 581
(5) 1945 – 1364	1945 – 1364 = 581
(6) ١٩٩٢ – ١٤١٣	199٢ – 1413 = ? (видимо, 1992 – 1413 = 579)
(7) ١٩٩٣ – ١٤١٣	1993 – 1413 = 580
(8) ١٩٥٨ – ١٣٧٨	19٥8 – 1378 = ? (видимо, 1958 – 1378 = 580)
(9) ١٩٩٨ – ١٤١٨	1998 – 1418 = 580
(10) 1993 – 1414	1993 – 1414 = 579

Мы видим, что разность между христианской и мусульманской датой меняется, причём один и тот же христианский год может соответствовать двум мусульманским и, наоборот, один мусульманский год – двум христианским. Отметим также, что восьмая монета подтверждает нашу гипотезу (из ответов в номере 9): ٢ = 2 и ٥ = 5.

Заметим, что разность 581 мы видим на монетах 1945–1967 годов, разность 580 – на монетах 1958–1998 годов (мы учитываем и монеты из первой задачи), разность 579 – на монетах 1990–1998 годов. Разность уменьшается, значит, за одно и то же время прошло меньше солнечных лет и больше лунных – лунные годы короче: мы ответили на первый вопрос.

Для ответа на второй вопрос упорядочим монеты по годам сразу в обоих летоисчислениях.

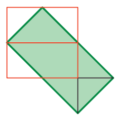
Первая и десятая монеты отчеканены после седьмой, но в том же 1993 году, стало быть, осенью, а седьмая – весной. Шестая отчеканена в предыдущем году христианской эры, но в том же году хиджры, что и седьмая, то есть, осенью.

Аналогично, девятая и третья монеты отчеканены в одном 1998 году христианской эры, но в 1418 и 1419 годах хиджры соответственно, стало быть, девятая весной, а третья осенью. Наконец, четвёртая монета отчеканена весной 1967 года (1386 год хиджры), а пятая монета прошлой задачи – осенью (1387 год хиджры).

Теперь оценим продолжительность лунного года. Можно предположить, что за сорок лет, между 1958 и 1998 годами (даты чеканки монет с разностью 580 лет), прошло примерно на один лунный год больше, чем солнечных лет, и в итоге разность изменилась. Стало быть, 40 солнечных лет соответствуют 41 лунному, и продолжительность лунного года $365¼\cdot 40/41 \approx 356$ дней. Это почти точно; возможный источник ошибки – неполнота нашей коллекции монет. Мы попробуем улучшить эту оценку в следующей задаче. Вот что это за монеты:

(1) Йемен, 1 риал
(2) Мальдивские острова, 5 лаари
(3) Объединённые Арабские Эмираты, 50 филсов
(4) Египет, 5 мильемов
(5) Марокко, 1 франк (Мохамед V)
(6) Египет, 10 пиастров
(7) Египет, 25 пиастров
(8) Египет, 20 мильемов
(9) Кувейт, 100 филсов
(10) Тунис, 100 миллимов

ДВОЙНОЙ МАТРАСИК. («Квантик» № 9, 2017)



На рисунке видно, как из куска поролона (зелёный прямоугольник) можно собрать два нужных прямоугольника (образуют красный квадрат).

XXIII ТУРНИР МАТЕМАТИЧЕСКИХ БОЁВ ИМЕНИ А. П. САВИНА

1. Ответ: пять. Существует только шесть различных однозначных и двузначных чисел, в десятичной записи которых используются две цифры a и b: a, b, $\overline{aa}$, $\overline{bb}$, $\overline{ab}$ и $\overline{ba}$. Их сумма $a + b + (10a + a) + (10b + b) + (10a + b) + (10b + a) = 23(a + b)$ не может быть равна 100, так как 100 не делится на 23, поэтому шесть чисел Петя записать не мог. Пять чисел Петя мог записать, например, так: $100 = 1 + 6 + 11 + 16 + 66$.

2. а) **Ответ:** не всегда.

Пусть, например, за каждым из шести столов сидело по две девушки в красных платьях (такое возможно, если они сидели не рядом). Тогда всего в красных платьях будет 12 принцесс. Следовательно, после любой рассадки девушек за 10 столов найдутся хотя бы две в красных платьях, сидящие за одним столом. Так как за каждым столом будут сидеть три принцессы, то любые две из них будут соседями, то есть две девушки в красном окажутся рядом.

б) **Ответ:** всегда. Взглянем на любой стол с пятью девушками и посмотрим, какую из них можно отсадить так, чтобы среди оставшихся по-прежнему не было соседок в платьях одного цвета. Если какую-то девушку (назовём её Машей) отсадить нельзя, это значит, что у неё соседки в платьях одинакового цвета, допустим, красного. Тогда оставшиеся две девушки (не соседки Маши, назовём их Варя и Катя) в платьях разных цветов и имеют по одной соседке в красном. Следовательно, мы можем отсадить как любую из этих двух девушек, так и одну из девушек в красном: платье Маши не может совпадать по цвету с платьями и Кати, и Вари. Значит, мы можем отсадить любую из трёх девушек, причём платья у них трёх разных цветов.

Теперь будем отсаживать по одной девушке поочерёдно от каждого из четырёх столов и подсаживать за пятый. Подсаживая очередную девушку, мы всегда можем выбрать цвет её платья отличным от цветов соседок: мы выбираем из трёх цветов, а соседок не более двух.

3. Ответ: всегда. Каждому городу припишем своё число так, чтобы у разных городов были разные числа (например, население города). Стоимость перелёта возьмём равной разности чисел города прибытия и города вылета (она может быть отрицательной). Тогда для любого маршрута суммарная стоимость перелётов будет равна разности чисел конечного города и начального.

4. Ответ: нет. На рисунке 1 приведён хороший квадрат, который нельзя разрезать требуемым образом. Действительно, в этом квадрате ровно 8 чёрных клеток, граничащих с белыми. А в каждом многоугольнике должна быть хотя бы одна такая клетка. Значит, многоугольников не более 8.

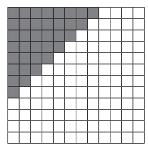


Рис. 1

5. Ответ: 6. Центр каждой грани является вершиной каждого из четырёх квадратов 1×1 в этой грани, то есть в каждой грани можно закрасить не более одного квадрата, а всего – не более 6.

Пример шести закрашенных квадратов показан на рисунке 2 (квадраты попарно симметричны относительно центра куба).

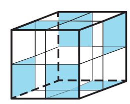


Рис. 2

6. Ответ: Вася. Первым ходом Петя разрезает прямоугольник с нечётными сторонами. Покажем, что Вася может играть так, чтобы Пете всегда приходилось разрезать прямоугольник с нечётными сторонами. При разрезании Петей такого прямоугольника образуются два других: у первого стороны разной чётности, а у второго – нечётные. Васе следует выбирать первый и разрезать его на два прямоугольника с нечётными сторонами (например, отрезав полоску шириной 1 вдоль нечётной стороны). Он всегда сможет сделать ход, а Пете рано или поздно достанутся квадратики 1×1.

7. Ответ: можно. Пусть веса камней в порядке обхода равны a, b, c и d. Первым взвешиванием сравним $a+c$ и $b+d$. Пусть, например $a+c\geqslant b+d$, тогда $b<a+c$ и $d<a+c$, то есть вес искомого камня равен либо a, либо c. Тогда вторым взвешиванием достаточно сравнить любой из них с $b+d$.

8. Ответ: Две вершины.

Оценка. Покрасим стороны длины 5 в синий цвет, а длины 6 – в красный. Периметр разделится на участки двух цветов, и у любого участка оба конца будут разносторонними вершинами.

Пример. См. рисунок 3.

Рис. 3

9. Ответ: 3.

На три треугольника разрезать можно. Например, на рисунке 4, *а* шестиугольник со сторонами 17, 12, 8, 13, 1 и 5 составлен из равных прямоугольных треугольников со сторонами 5, 12 и 13. А на рисунке 4, *б* шестиугольник составлен из равносторонних треугольников.

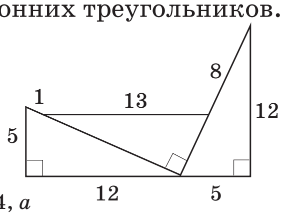


Рис. 4, *а*

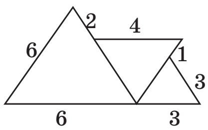


Рис. 4, *б*

На два треугольника разрезать нельзя. Предположим противное. Если одна из сторон шестиугольника образована двумя сторонами треугольников, то у него будет не более пяти сторон – противоречие. Если же каждая сторона образована стороной треугольника или её частью, то две стороны каждого треугольника, не прилегающие к другому треугольнику, являются сторонами шестиугольника. Но таких сторон четыре, а различных сторон у треугольников – три. Значит, две стороны шестиугольника совпадают, снова противоречие.

10. Достроим треугольник BEC до прямоугольника $ECBO$ (рис. 5). Тогда треугольник AEO – искомый. Действительно, $EO=BC$ (стороны прямоугольника), а $AO=$ $=BD$ из равенства треугольников ABO и BAD по первому признаку: AB – общая, $BO=$ $=CE=AD$, $\angle DAB=90^\circ+\angle CAB=$ $=90^\circ+\angle CBA=\angle OBA$.

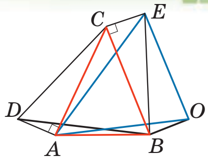


Рис. 5

11. Построим равносторонний треугольник ATM (точки T и B в одной полуплоскости относительно прямой AC, см. рис. 6). Тогда $\angle TAK=$ $=60^\circ-\angle BAC=\angle MCL$, поэтому треугольники TAK и MCL равны по двум сторонам и углу между ними. Это означает, что $TK=ML$.

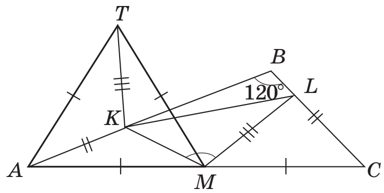


Рис. 6

Кроме того, $\angle TKM=360^\circ-\angle TKA-\angle AKM=$ $=360^\circ-(\angle MLC+\angle AKM)$. Но $\angle MLC+\angle AKM=$ $=180^\circ-\angle BLM+180^\circ-\angle MKB=360^\circ-(\angle BLM+$ $+\angle MKB)=360^\circ-(360^\circ-2\cdot120^\circ)=120^\circ$. Поэтому $\angle TKM=120^\circ$. Тогда треугольники TKM и LMK равны по двум сторонам и углу между ними. Следовательно, $LK=TM=AM$.

12. Ответ: периметры треугольника и четырёхугольника равны.

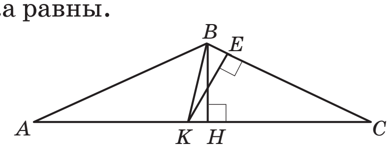


Рис. 7

Проведём высоту BH треугольника ABC (рис. 7). Так как треугольник BCK – также равнобедренный, то его высоты KE и BH равны. Значит, равны треугольники KEC и BHC, и $KC+$ $+CE=BC+CH$, что равно полупериметру треугольника ABC. Тогда $KA+AB+BE=KC+CE$, откуда и следует равенство периметров.

13. Ответ: 2. Если бы у каждого ребёнка спросили: «Сколько у тебя соседей противоположного пола?», то дети, сказавшие «0» и «2» поменялись бы ролями, а сказавшие «1» повторили бы тот же ответ. Количество ответов каждого вида не изменилось бы, а сумма ответов всех детей была бы равна удвоенному количеству «смен пола» при обходе круга. Количество «смен пола» чётно, поэтому сумма ответов должна делиться на 4. Значит, 25-й ребёнок сказал бы «0». Это соответствует его ответу «2» на вопрос «Сколько твоих соседей одного с тобой пола?».

наш КОНКУРС

Приглашаем всех попробовать свои силы в нашем
заочном математическом конкурсе.

Высылайте решения задач, с которыми справитесь, не позднее 1 ноября электронной почтой по адресу **matkonkurs@kvantik.com** или обычной почтой по адресу **119002, Москва, Б. Власьевский пер., д. 11, журнал «Квантик».**

В письме кроме имени и фамилии укажите город, школу и класс, в котором вы учитесь, а также обратный почтовый адрес.

В конкурсе также могут участвовать команды: в этом случае присылается одна работа со списком участников. Итоги среди команд подводятся отдельно.

Задачи конкурса печатаются в каждом номере, а также публикуются на сайте **www.kvantik.com**. Участвовать можно, начиная с любого тура. Победителей ждут дипломы журнала «Квантик» и призы.

Желаем успеха!

II ТУР

6. Пятачок и Винни Пух вышли из дома Пятачка и пошли купаться на озеро, двигаясь с одной и той же скоростью. Через 15 минут, на полпути от дома до озера, Пятачок обнаружил, что забыл плавки, и побежал с вдвое большей скоростью домой и обратно к озеру, нигде не задерживаясь по дороге. Насколько позже Винни-Пуха Пятачок оказался на озере?

7. Чему равняется сумма ТЫР + ПЫР, если известно, что ТЫР + ПЫР = 8 × ДЫР? (Найдите все ответы и докажите, что других нет. Одинаковыми буквами обозначены одинаковые цифры, разными – разные, и ни одно число не начинается с ноля.)

Авторы: Лёва Зенков, 8 лет (6), Мария Ахмеджанова (7, 8), Арсений Акопян, Константин Кноп (9), Михаил Евдокимов (10)

8. Провожая трёх своих внуков к родителям, бабушка дала им в дорогу три пирога: с картошкой, с вареньем и с грибами. В поезде пироги были съедены, причём каждый пирог ели двое внуков. При этом тому из внуков, который терпеть не может пирогов с картошкой, не досталось и пирога с грибами. Сашенька не ел пирога с вареньем. Кто какие пироги ел, если Вовочка участвовал в поедании большего числа пирогов, чем Петенька?

9. Известно, что несколько небольших тяжёлых ящиков можно увезти на семи 6-тонных грузовиках, но нельзя увезти на меньшем количестве таких грузовиков. Докажите, что этот груз не удастся увезти

а) на трёх 7-тонных грузовиках

б) на трёх 9-тонных грузовиках.

10. Три прямые дорожки парка образуют треугольник. В парке три входа – они расположены в серединах дорожек, а в каждой вершине расположен фонарь. От каждого из входов нашли кратчайшее расстояние до наиболее удалённого фонаря, если идти по дорожкам. Оказалось, что два из трёх полученных чисел равны. Обязательно ли тогда длины каких-то двух дорожек равны?

Художник Николай Крутиков

В КАКОМ ПОРЯДКЕ НАПОЛНЯТСЯ БАКИ?

Обитатели Луны хранят ртуть в подлунных хранилищах, состоящих из нескольких баков, соединённых между собой трубками. На иллюстрации они медленно наполняют пустое хранилище. Какой бак наполнится первым? Вторым? Третьим?

Художник Николай Воронцов

ISSN 2227-7986 17010
9 772227 798169