№ 3 | март 2024

Издаётся Московским Центром непрерывного математического образования

e-mail: kvantik@mccme.ru

ЖУРНАЛ

КВАНТИК

ДЛЯ ЛЮБОЗНАТЕЛЬНЫХ

№ 3

ПЕРЕЛЁТНЫЕ ПТИЦЫ И ОКЕАНСКИЕ ВЕТРЫ

март 2024

ФИБОНАЧЧИ НА КОРОЛЕВСКОМ ИСПЫТАНИИ

ГДЕ РАСТУТ ПОДШТУКИ?

Enter

НАГРАДЫ ЖУРНАЛА

2017 Минобрнауки России
ПРЕМИЯ «ЗА ВЕРНОСТЬ НАУКЕ»
за лучший детский проект о науке

2021 БЕЛЯЕВСКАЯ ПРЕМИЯ
за плодотворную работу
и просветительскую деятельность

2022 Российская академия наук
ПРЕМИЯ ХУДОЖНИКАМ ЖУРНАЛА
за лучшие работы в области
популяризации науки

Журнал «Квантик» № 3, март 2024 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, Т. А. Корчемкина, Е. А. Котко, Г. А. Мерзон, М. В. Прасолов, Н. А. Солодовников
Художественный редактор и главный художник Yustas
Вёрстка: Р. К. Шагеева, И. Х. Гумерова
Обложка: художник Yustas

Учредитель и издатель:
Частное образовательное учреждение дополнительного профессионального образования «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 почтовой связи Почты России:
Каталог Почты России (индексы **ПМ068** и **ПМ989**)

Онлайн-подписка на сайте Почты России:
podpiska.pochta.ru/press/ПМ068

По вопросам оптовых и розничных продаж обращаться по телефону **(495) 745-80-31** и e-mail: **biblio@mccme.ru**

Формат 84х108/16

Тираж: 4500 экз.

Подписано в печать: 05.02.2024
Отпечатано в ООО «Принт-Хаус»
г. Нижний Новгород,
ул. Интернациональная, д. 100, корп. 8.
Тел.: (831) 218-40-40

Заказ №

Цена свободная

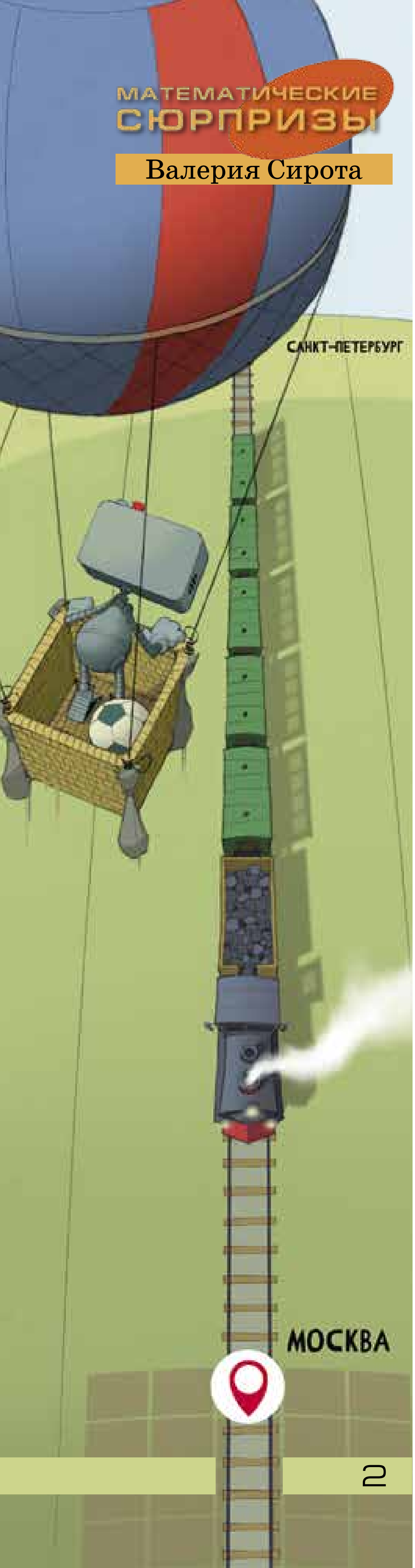
ISSN 2227-7986

6+

www.kvantik.com kvantik@mccme.ru vk.com/kvantik12 t.me/kvantik12

СОДЕРЖАНИЕ

Валерия Сирота



КОРОЛЕВСТВО КРИВЫХ ТРЕУГОЛЬНИКОВ

Если вы уже начали учить в школе геометрию, то прошли или вот-вот изучите такую теорему: **сумма углов треугольника равна 180°.**

Эту теорему учат все школьники, знают все взрослые... И, однако, она не всегда верна! Как же такое может быть? А вот как: эта теорема верна для всех треугольников *на плоскости*. Но если рисовать их на искривленных поверхностях – она не работает!

Но как рисовать треугольники на искривлённых поверхностях? Ведь их стороны – это куски прямых, а на кривой поверхности прямых может и не быть? Впрочем, мы же все живём на кривой поверхности шара, и это ничуть не мешает нам говорить о прямом пути от дома до школы или даже из Москвы в Питер. Так что прямые найдутся, надо их только правильно определить.

Прямая (а точнее, *геодезическая*) на поверхности – это линия кратчайшего пути по этой поверхности из одной точки в другую. Есть кое-какие тонкости (см., например, статьи про конусы и цилиндры в «Квантике» №№ 8 – 10 за 2020 год), но пока нам достаточно и такого определения.

Сфера и прямые на ней

Если вы возьмёте нитку и натянете её между двумя любыми точками на поверхности мяча – это и будет кратчайший, прямой путь. Нитка пройдёт по «большому кругу», центр которого совпадает с цен-

Теорема о сумме углов треугольника доказывается через параллельные прямые (рис. 1). Особенно легко, если уже знать теорему о внутренних накрест лежащих углах при параллельных прямых: проведём через вершину C прямую, параллельную AB, тогда угол α равен углу A треугольника, а угол β равен углу B как внутренние накрест лежащие. Поэтому $A+B+$ $+C=\alpha+\beta+C=180°$.

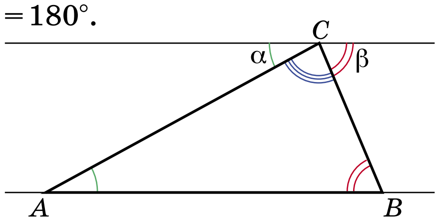


Рис. 1

тром мяча (проверьте!). На глобусе экватор и все меридианы – «большие круги», поэтому путь по ним – кратчайший. А вот параллели не годятся: если вы возьмёте две точки на одной параллели, например Москву и Читу, «прямая» – то есть геодезическая линия – пройдёт ближе к полюсу, чем параллель (рис. 2). А прямой путь из Санкт-Петербурга в Магадан и вовсе проходит через полуостров Таймыр и Карское море. Это легко проверить как с ниткой на глобусе, так и на Яндекс-картах (если вы им верите) с помощью инструмента «Линейка».

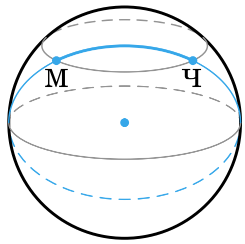


Рис. 2

Давайте для начала представим себе на Земле – или нарисуем на глобусе – какой-нибудь большой треугольник. Например, Северный полюс – Аккра – Сингапур. Чтобы измерить сумму его углов, нужно натянуть нитки на глобусе между тремя выбранными точками и измерить углы между этими нитками. Я специально выбрала Аккру и Сингапур, они почти на экваторе. Между ними нитка так по экватору и пойдёт. А из них на Северный полюс – по меридианам (рис. 3). Значит, два угла в этом треугольнике окажутся примерно по 90° – углы между экватором и меридианом. Это уже 180°, а ведь есть ещё третий угол: у Аккры долгота примерно 0°, у Сингапура около 100°. Итого, сумма углов треугольника приблизительно $90°+90°+100°=280°$!

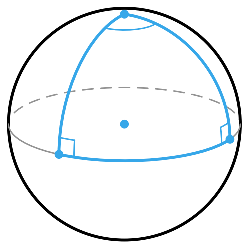


Рис. 3

Задача 1. У маленького треугольника на сфере (поверхности шара) сумма углов практически равна 180°, у большого – больше... А какова максимальная возможная сумма углов треугольника на сфере? Как выглядят треугольники с максимальной суммой углов?

Сфера – вся такая симметричная, со всех сторон одинаковая. Все её куски «выпуклы» одинаково и имеют одинаковую кривизну. Она называется ещё *поверхностью постоянной положительной кривизны*. Все треугольники на ней имеют сумму углов,

бóльшую 180°. Причём сумма эта зависит от размера (точнее, площади) треугольника: у совсем маленьких, почти плоских, она почти равна 180°, а чем больше треугольник, тем она больше. И от размера сферы зависит, конечно: треугольник той же площади на большей сфере оказывается ближе к плоскому, и сумма его углов меньше, чем на маленькой. Эллипсоид, сплюснутый, как мандарин, или вытянутый, как дыня, тоже имеет положительную кривизну, хоть и не постоянную, а меняющуюся от точки к точке. У нарисованных на дыне треугольников одинаковой площади суммы углов будут разными: на самой плоской части в середине только чуть-чуть больше 180°, а на сильно искривлённых участках – заметно больше. В этом смысле, одни участки дыни похожи на большую сферу, другие – на маленькую.

Эти одинаковые по площади треугольники можно даже использовать как «мерило кривизны»: чем больше сумма углов, тем более искривлённая в этом месте поверхность, тем больше у неё кривизна, тем на более маленькую сферу она в этом месте похожа.

Итак, сумма углов треугольника на плоскости равна 180°, а на сфере всегда больше. Интересно, как обстоят дела на других простых и понятных поверхностях – на цилиндре и конусе? В «Квантике» №№ 8 – 10 за 2020 год мы в них порядочно разобрались, научились делать их выкройки-развёртки и чертить на них геодезические линии... Не будем рассматривать цилиндр – с ним вы потом легко разберётесь сами – а займёмся сразу конусами.

Конус

Для начала посмотрим на конус, который получается сворачиванием полуплоскости – то есть берём лист бумаги, выбираем на одной из сторон точку и ак-

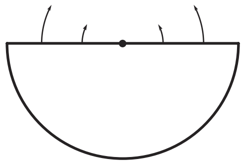


Рис. 4

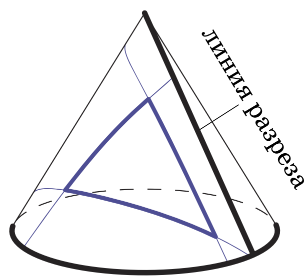


Рис. 5

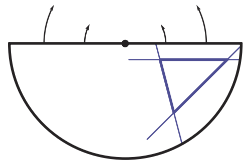


Рис. 6

куратно склеиваем две половинки этой стороны друг с другом (рис. 4). Пусть на конусе нарисован треугольник (рис. 5). Мы можем «отойти от него подальше» и провести линию разреза – от вершины конуса вниз – так, чтобы она нигде этот треугольник не пересекла. Тогда после разрезания и разворачивания конуса получится «выкройка» с нарисованным на ней треугольником (рис. 6), причём треугольник никак не пострадает: прямые линии останутся прямыми, углы тоже останутся прежними... – мы же не растягивали и не сжимали лист бумаги, только разрезали, и в близкой окрестности каждой вершины всё осталось как было до сворачивания. Значит, сумма углов треугольника как была, так и осталась 180°! Выходит, для «неправильной» суммы углов треугольника просто свернуть лист бумаги и сделать поверхность, «выпуклую в одном направлении», мало: чтобы получилось что-то интересное, нужна поверхность, «кривая в обе стороны».

Впрочем, кое-что интересное можно найти и здесь. Всегда ли мы можем провести разрез так, чтобы не задеть треугольник? Нет – мы не сможем это сделать, если треугольник содержит вершину конуса внутри себя, то есть если он «огибает» весь конус, как на рисунке 7. Можно, правда, спорить, считать ли эту штуку треугольником или нет... Однако, если это всё же треугольник, то какая у него сумма углов?

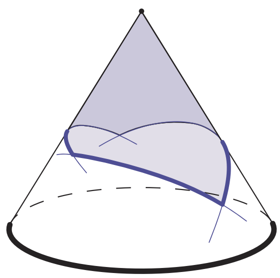


Рис. 7

Посмотрим сначала на самый симметричный из таких треугольников – треугольник, у которого все вершины лежат на одной и той же «параллели» конуса. Не волнуйтесь, стороны при этом лежат на совсем разных «прямых» – они ведь все проходят выше параллели. Получается «корона», как на рисунке 8. А теперь наберёмся смелости и разрежем наш

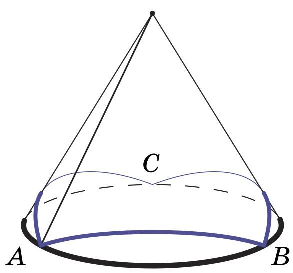
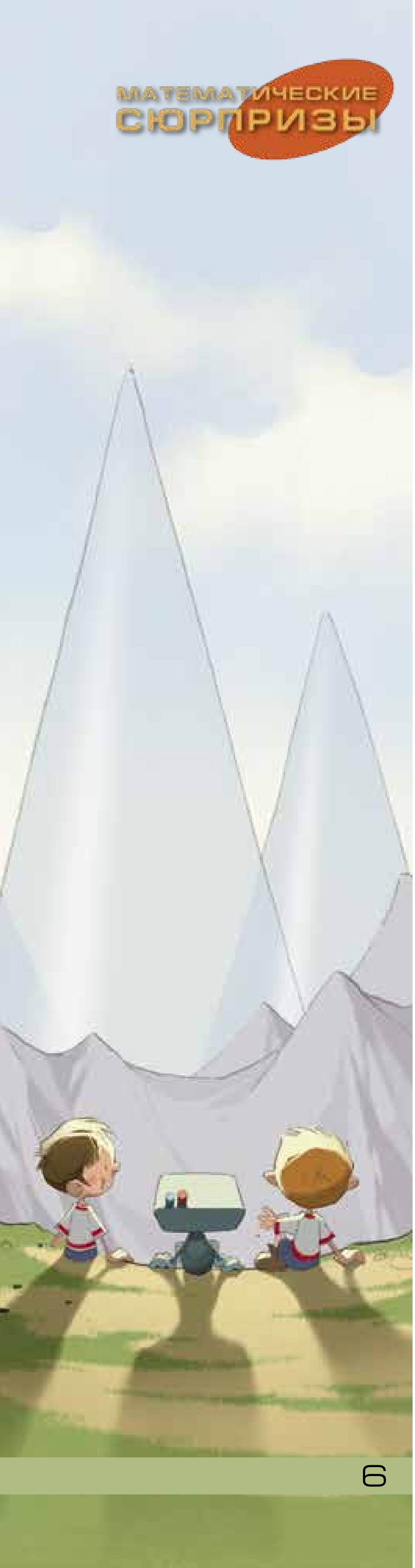


Рис. 8



конус... прямо по одной из вершин треугольника! При этом она раздвоится – придётся рисовать точку A и на левом, и на правом краю развёртки. Получается рисунок 9. Все треугольники на этом рисунке – равносторонние. Значит, угол при каждой вершине такого треугольника равен 120°: у вершин B и C это видно сразу, а для вершины A нужно учесть, что при сворачивании конуса углы OAB и $OA'C$ состыкуются. Итак, сумма углов этого треугольника $120° \cdot 3 = 360°$.

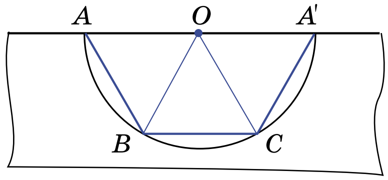


Рис. 9

Задача 2. Рассмотрим теперь произвольный треугольник, содержащий внутри себя вершину конуса – например такой, как на рисунке 7. Нарисуйте развёртку и докажите, что сумма углов этого треугольника – тоже 360°.

Между прочим, у таких «обхватывающих» треугольников есть и ещё одно интересное свойство: у них возможны углы больше, чем 180°.

Обратите внимание: ситуация здесь не такая, как на сфере. Там были разные треугольники с разной суммой углов, она зависела от размера треугольника. Здесь – всего два типа треугольников: обычные плоские, у всех сумма 180° – и «заключающие в себе вершину», у всех сумма углов вдвое больше. Это потому, что вся кривизна здесь не размазана равномерно, как по сфере, а запрятана в одну-единственную точку – вершину конуса, а в остальных точках кривизна нулевая. И эта единственная точка или уж попадает внутрь и «кривит» треугольник, или нет.

Задача 3. Разберитесь с произвольным конусом – который получается сворачиванием не полуплоскости, а сектора с углом α (рис. 10). (Угол α может быть и больше 180°.) Какие суммы углов треугольников получаются на нём?

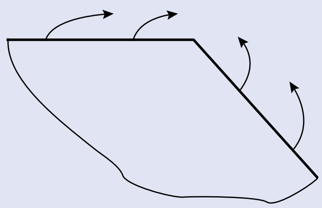


Рис. 10

Задача 4. Как обстоят дела с цилиндром?

Окончание следует

Художник Алексей Вайнер

Константин Кохась

Деление без суслика

Формулировка любой олимпиадной задачи обладает гипнотическим воздействием на того, кто пытается её решить. Эти попытки сразу же приводят к появлению неожиданных, совершенно фантастических интерпретаций текста задачи, появлению таких сведений, якобы выуженных из условия, которые не имеют на самом деле ничего общего с ним.

«Первое число поделили на второе с остатком». Казалось бы, что тут может быть неясно. Однако большинство участников олимпиады решит, что остаток не может быть равен нулю, так как в этом случае «никакого остатка нет», и значит, нельзя говорить о том, что деление было выполнено «с остатком».

«Первое число делится на второе». Опять закавыка. Потому, что раз любое натуральное число можно поделить на любое другое натуральное число с остатком, то это и значит, что любое число делится на любое другое (с остатком).

Тогда, быть может, скажем прямо: «Первое число делится на второе без остатка»? Ещё хуже. Мало того что в этой фразе фиксируется внимание на несуществующем (точнее, отсутствующем) объекте, так половина участников просто поймёт, что делили-то всё-таки с остатком, только потом остаток отбросили! Сравните:

– Первое число делится на второе без суслика.

– Без какого ещё суслика?!

– А совершенно без какого бы то ни было суслика.

– Да где же он, этот суслик?

– Нету. Сказано же: «Без суслика».

– Но откуда, откуда при делении мог появиться суслик?

– Да вы не волнуйтесь, может быть, и не мог. И не надо думать, что мог появиться, в условии этого не сказано, что мог. А вот, что так и не появился – это совершенно точно.

Да, «понятно» сформулировать задачу порой не легче, чем её решить!

Художник Анна Горлач

Григорий Идельсон

ПЕРЕЛЁТНЫЕ ПТИЦЫ
и ОКЕАНСКИЕ ВЕТРЫ

В «Острове сокровищ» есть сцена, где пираты уговаривают своего вожака Джона Сильвера убить капитана Смоллетта. Он же считает, что нужно с этим повременить:

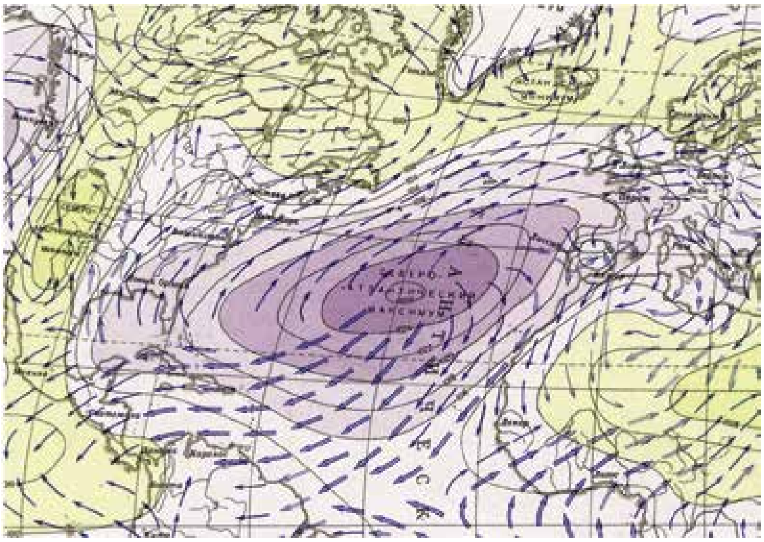
– …Я бы предоставил капитану Смоллетту довести нас назад до половины пути.

– Мы и сами неплохие моряки! – возразил Дик.

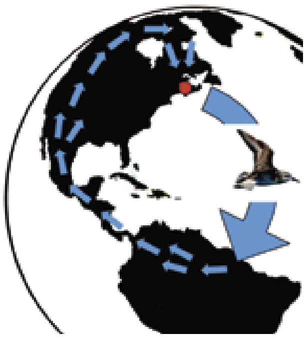
– Неплохие матросы, ты хочешь сказать, – поправил его Сильвер. – Мы умеем ворочать рулём. Но кто вычислит курс? На это никто из вас не способен, джентльмены. Была бы моя воля, я позволил бы капитану Смоллетту довести нас на обратном пути хотя бы до пассата. Тогда знал бы, по крайней мере, что плывёшь правильно и что не придётся выдавать пресную воду по ложечке в день.

Проблема, которая волнует Джона Сильвера, связана с циркуляцией воздуха в атмосфере и с тем, как потоки воздуха отклоняются под действием вращения Земли. Ветры, дующие на север, в Северном полушарии отклоняются к востоку, а те, которые дуют на юг, – к западу.

Поэтому парусники, пересекающие Атлантический океан (выше экватора) на запад, спускаются в тропические широты, а те, что плывут на восток, должны подняться далеко на север. Посередине находится зона высокого давления, которую моряки прозвали «конскими широтами». Корабли, попадавшие в зону безветрия в этих широтах, нередко застревали там и должны были сбрасывать в море лошадей, чтобы хватило воды для людей.

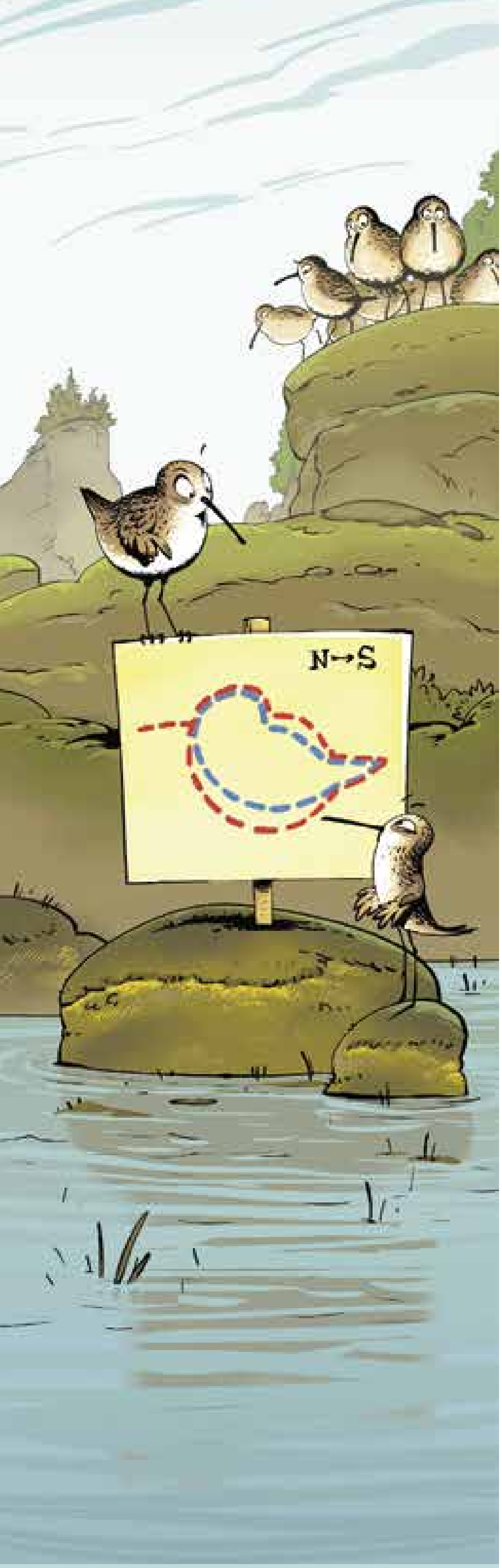


Птичка малый песочник (*Calidris pusilla*) живёт на севере Аляски и Канады, а зимует в Южной Америке, в Гвиане.



По тем же причинам, по которым Джон Сильвер не хотел сразу убивать капитана Смоллетта, маршрут этих птичек при перелёте на север и на юг не совпадает. На север они медленно перемещаются над сушей, постепенно подкрепляясь по дороге. Но на юг они летят над океаном. Сначала они отклоняются на восток вместе с ветрами умеренных широт, а дальше ловят тропические пассаты и с ними летят в Гвиану. Весь путь длиной в 4500 км они преодолевают за три дня с постоянной скоростью 60 км/ч. Они летят большими стаями совсем невысоко над водой. Большинство птиц, кроме тех, кто находится в авангарде, всю дорогу находится в полусне, а авангард периодически сменяется.

Иногда западные ветры оказываются сильнее, чем запланировано, и тогда птичек заносит в Европу. Почти каждой осенью их встречают в Англии, а изредка и в Испании. Те, которые залетели в Европу, видимо, уже никогда не смогут вернуться к местам гнездования.



Художник Мария Усеинова

Такой перелёт маленькой птички требует от неё всех возможных сил. Поэтому перед дальним перелётом птички собираются в совершенно определённом месте на берегу океана – заливе Фанди в Канаде.

Это место характеризуется самыми большими в мире приливами. Его литораль (приливно-отливная зона) кишит так называемыми грязевыми креветками *Corophium volutator* – до 40 000 на м^2.

Птички прилетают туда и едят. В течение двух недель они увеличивают свой вес в 2 раза, причём всё это запасается в виде жира. Иными словами, после двух недель птички состоят из жира более чем на 50%. Мало того, поскольку креветки сами питаются водорослями, их жировой состав отличается от других существ: почти половину жирных кислот у них составляют полиненасыщенные жирные кислоты – то, что называется омега-3. Попав в клетки, эти жирные кислоты активируют гены, которые отвечают за метаболизм жиров. Теперь мышцы могут работать исключительно за счёт жира. Жиры – самое энергоемкое горючее в живых организмах. В момент перелета птицы потребляют в 10–15 раз больше кислорода, чем перед перелётом (и, значит, расходуют в 10–15 раз больше энергии), и почти всё это происходит за счёт окисления жиров.

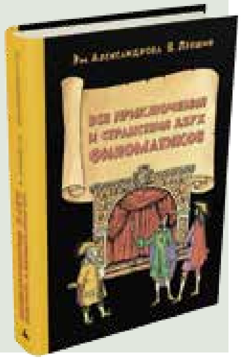
К концу срока птички перестают есть, и их кишечник резко уменьшается в размере: есть им при перелёте не придётся, а лишний вес совершенно ни к чему.

Дальше всё это сжигается за 3 дня перелёта, можно перезимовать и, когда кончится зима, потихонечку вернуться на север другой дорогой.

ЧТО ПОЧИТАТЬ?

Эмилия Александрова,
Владимир Лёвшин

Фибоначчи
на королевском испытании



И снова у нас в гостях Фило и Мате – герои книги В. Лёвшина и Э. Александровой «Все приключения и странствия двух филоматиков» (Издательский Дом Мещерякова, Москва, 2023 год). Мы публикуем отрывок из главы «В тайнике», где друзья наблюдают, как известный средневековый математик Леонардо Фибоначчи решает задачи в присутствии короля Фридриха.

– Ваше Величество даёт мне понять, что пора начать испытание? – спросил Леонардо. Фридрих слегка поморщился.

– Скорее, урок, – возразил он. – Урок, преподанный императором математики императору-математику.

Леонардо молча наклонил голову. Фридрих любезно осведомился, на чём он предпочитает производить вычисления: на доске или на пергаменте? Тот нерешительно огляделся.

– Дома, занимаясь с детьми, я пишу мелом на столе. Но здесь...

Фридрих не дал ему закончить, быстрым движением указав на длинный стол чёрного дерева.

– Устраивает вас этот?

– Вполне, Ваше Величество.

– Прекрасно! Остаётся условиться о порядке нашего собеседования. Кто будет задавать вопросы мессеру Леонардо? Вы, магистр Иоанн?

Магистр Иоанн, низкорослый, щуплый, с глубоко запавшими беспокойными глазами, высоко вздёрнул широкие, сросшиеся на переносице брови, похожие на вырезанную из чёрного бархата птицу. Его Величество, сказал он, не раз оказывал ему честь своим доверием. Но вправе ли он, магистр Иоанн, принять столь высокие полномочия на сей раз? Не лучше ли, чтобы вопросы по очереди задавал каждый из присутствующих? Фридрих беззвучно ему поаплодировал.

– Браво! Этак и на мою долю кое-что останется, – добавил он шутливо и жестом пригласил всех садить-

ся. – Итак, с чего начнём? – спросил он, откинувшись в кресле и удобно скрестив свои длинные замшевые ноги. – Я полагаю, с самой древней и самой заслуженной из всех наук – с арифметики. Кому угодно задать вопрос?

– Позвольте мне, Ваше Величество, – сказал Доменик, вставая. – Попрошу мессера Леонардо представить число 10 в виде суммы четырёх слагаемых так, чтобы каждое из них, начиная со второго, было в два раза больше предыдущего.

В глазах у Леонардо появилось знакомое уже нашим филоматикам отсутствующее выражение, пальцы его рассеянно теребили тяжёлые звенья нагрудной цепи. Но не прошло и полминуты, как четыре слагаемых – $\frac{2}{3}$, $\frac{4}{3}$, $\frac{8}{3}$, $\frac{16}{3}$, – были названы, и присутствующие благосклонно зашептались.

– Правильность ответа очевидна, – сказал Фридрих, – но, дорогой маэстро, нам хотелось бы знать, как удалось вам найти его столь быстро?

– Очень просто, Ваше Величество. Для начала я произвольно выбрал четыре числа, каждое из которых вдвое больше предыдущего. И так как всегда удобнее начинать с единицы, остановился на числах 1, 2, 4, 8.

– Однако сумма этих чисел равна не десяти, а пятнадцати, – флегматично заметил громоздкий рыжеволосый человек, чем-то похожий на бульдога и потому вызывавший у Мате безотчётную симпатию.

– Магистр Микаэль Скотт совершенно прав, – подхватил Леонардо. – Потому-то я называю этот способ методом ложного предположения. А так как 10 составляет две трети 15, мне остаётся умножить каждое из выбранных мною чисел на $\frac{2}{3}$, и ответ готов.

– Вот так способ! – зашипел Фило. – Эдак и я могу предположить всё что угодно. Но всегда ли это приведёт к правильному ответу?

– Ш-ш-ш, не мешайте слушать, – оборвал Мате, заметив, что с места поднимается его любимец.

Задача, заданная Скоттом, была также арифметической. Он предложил мессеру Леонардо найти такое наименьшее число, которое при делении на 2, 3, 4, 5 и 6 даёт в остатке 1, но при этом делится без остатка на 7. Фибоначчи успел к этому времени окончательно закрутить свою цепь и занимался тем, что старательно её раскручивал.

– Не повторить ли вопрос? – улыбнулся Фридрих, просвечивая Леонардо влажными, чуть навыкате глазами. – Я вижу, маэстро распутывает другую задачу.

– Нет, Ваше Величество, – невозмутимо возразил тот, – ответ 301.

– Непостижимо! Но какой магией пользовались вы в этом случае?

– Всего лишь логическим рассуждением, Ваше Величество. На сей раз я шёл не от ложного, а от обратного предположения. Вместо того чтобы искать число, которое при делении на 2, 3, 4, 5 и 6 даёт в остатке 1, я стал искать другое, которое делится на все эти числа без остатка, – попросту их общее наименьшее кратное. Таким наименьшим кратным будет произведение 3, 4 и 5, то есть число 60, которое безусловно делится также и на 2 и на 6. Прибавим к 60 единицу, и задача решена, но… только наполовину. Потому что число 61, к сожалению, не делится без остатка на 7. Следовательно, надо искать число, кратное 60, которое при делении на 7 даёт в остатке 6. Таким числом будет 300, то есть 60, умноженное на 5. Прибавим к нему 1, и искомое найдено. Ибо 301 делится без остатка на 7 и в то же время даёт в остатке 1 при делении на 2, 3, 4, 5 и 6. Вы удовлетворены, Ваше Величество?

– Совершенно, – сказал тот. – Мне остаётся лишь пожалеть о том, что вы предпочитаете считать в уме и потому пренебрегаете моим столом. Сейчас, однако, я предложу такую задачу, что без стола вам не обойтись. Вот она. Из Пизы в Рим отправились 7 старух, а старухи, как известно, запасливы. Каждая вела за собой 7 ослов. На каждом осле было навьючено по 7 мешков, в каждом мешке лежало по 7 хлебов. Сверх того, для каждого хлеба старухи захватили по 7 ножей, а для каждого ножа запасли по 7 ножен. Благоволите сосчитать, сколько всего предметов, включая, разумеется, старух и ослов, отправилось в Рим.

– Нечто подобное я уже слышал. Но где? Убейте, не помню! – шепнул Мате, когда император кончил

и все, кроме Леонардо, одобрительно заулыбались. Фибоначчи тем временем сосредоточенно размышлял, затем открыл было рот для ответа, но, взглянув на Фридриха, передумал и взял мелок.

– Ваше Величество, – сказал он, – в задаче названо шесть разного рода предметов: старухи, ослы, мешки, хлебы, ножи и ножны. Число предметов каждого последующего рода больше предыдущего в семь раз. Стало быть, ответ сводится к сумме следующих шести чисел:

$$\begin{aligned} 7 \cdot 1 &= 7 \\ 7 \cdot 7 &= 49 \\ 49 \cdot 7 &= 343 \\ 343 \cdot 7 &= 2\,401 \\ 2\,401 \cdot 7 &= 16\,807 \\ 16\,807 \cdot 7 &= \underline{117\,649} \\ & 137\,256 \end{aligned}$$

– Решить эту задачу в уме таким способом действительно сложно, – продолжал Леонардо, – так как при этом надо удержать в голове шесть чисел. Но есть другой способ, позволяющий вычислить результат мысленно, не напрягая памяти. Именно им я и воспользовался. Сначала я нашёл число предметов, принадлежащих только одной старухе, включая, конечно, и её самоё. Прежде всего, у старухи было 7 ослов. Стало быть, беру 7, прибавляю сюда саму старуху, то есть 1, и получаю восемь: $7+1=8$. Далее нахожу общее число ослов и мешков.[1] У каждого осла было 7 мешков. Вместе с самим ослом это составляет 8 предметов. А так как ослов 7, умножаю 8 на 7 и прибавляю сюда 1 – всё ту же старуху: $8 \cdot 7+1=57$. Точно так же поступаю и дальше, каждый раз умножая полученную сумму на число вещей следующего вида и не забывая при этом о старухе: $57 \cdot 7+1=400$; $400 \cdot 7+1=2\,801$; $2\,801 \cdot 7+1=19\,608$. Остаётся умножить последнее полученное число на 7, то есть на

[1] *От редакции.* Леонардо решает задачу, последовательно добавляя персонажей. Он уже решил задачу, если есть только одна старуха и ослы. Теперь он пользуется предыдущим вычислением: если был бы только осёл и мешки, тоже было бы 8 «участников». А если у нас есть одна старуха, ослы и мешки, надо умножить результат на 7 (так как ослов 7) и обавить старуху. И так далее.

число старух, чтобы получить знакомый уже Вашему Величеству результат: 137 256.

Видимо, второе решение произвело большое впечатление, особенно на Фридриха.

– Мессер Леонардо верен себе, – сказал он, обращаясь к присутствующим. – Он нашёл-таки способ обойтись без стола, и, право же, куда более изящный и остроумный, чем первый.

Учёное собрание согласно закивало головами, присоединяясь, таким образом, к мнению своего повелителя. Но Мате показалось, что магистр Иоанн чем-то озабочен. Его и без того беспокойные глазки зыркали по сторонам с каким-то особенно тревожным и загнанным выражением. Похоже, успех Леонардо его не очень-то обрадовал...

– Не будем, однако, забывать, – продолжал Фридрих, – что перед нами не только замечательный вычислитель, но и тонкий геометр, человек, написавший «Практику геометрии» – книгу, которая пополняет наши геометрические познания, почерпнутые у древних, оригинальными доказательствами и изысканиями, принадлежащими самому мессеру Леонардо... Помнится, это сочинение посвящено вам, магистр Доменик?

Тот поклонился.

– Так кто же пожелает задать мессеру Леонардо вопрос из геометрии? – спросил император, обводя глазами своё учёное воинство. – Вы, магистр Теодор? Прошу!

«Наконец-то!» – подумал Фило, которому давно не терпелось услыхать этого длиннокудрого итальянца, обладавшего удивительно нежным и поэтичным лицом. Его постигло разочарование. Голос Теодора, высокий, скрипучий, оказался далеко не таким привлекательным, как его внешность. И вот этим-то скрипучим голосом изложил он своё задание: Леонардо должен вписать в квадрат равносторонний пятиугольник так, чтобы одним из его углов служил угол заданного квадрата.

...Услыхав эту задачу, Мате прямо затрясся от любопытства. Но...

Чем же закончилась история? Читайте в книге!

Художник Анна Горлач

Сергей Бозриков,
Ольга Кузнецова

Где растут ПОДШТУКИ?

Вы замечали, что приставки бывают похожи на прилипшие предлоги? Это удобно для объяснения слов: *подшипник* – деталь под так называемым *шипом* (опорной частью вала); *подземелье* – помещение под *землёй*; *подручный* всегда под *рукой*, *подоконник* под *окном*, *подлодка* под *лодкой*, *поднос* под *носом*… стоп, или нет?

Под чем тогда расположены *подсказки*, *подтяжки*, *поддавки*? Сразу ли нас поймут, если назвать *подсветкой* стул, на котором сидит Света?

У приставки *под-* множество значений. Если слово образовано от глагола (*подсветить*, *подсказать*, *подтягивать*), то, скорее всего, у него не будет значения «расположен под чем-то». Давайте договоримся называть слова типа *подкорка*, *поддон*, *подсвечник*, *подопечный* и т. п. – *подштуками*.

Где у собаки *подпалины*? А вот и не под пальцами! *Подпалый* окрас – светлые участки шерсти животного в определённых местах – у собак часто бывает на морде, груди, внутренней стороне лап. Это переносное значение слова *подпалина* – обожжённое место, пятно (например, след от утюга). Так что подпалина не подштука, в отличие от *подзатыльника* (который, кстати, в старину носили на голове).

А ещё на Руси существовали лошади-*подводницы*. Это не кони с аквалангом, а запасные лошади (от слова *подводить*). *Подводой* раньше называлась телега. Получается, *подводка* – это и тележка, и косметика (карандаш для глаз), и разговорное название подводной лодки. Вы уже поняли, где подштука?

Подлодка – другой вариант сокращения *подводной лодки*, не совсем ло-

гичный, но с сокращениями так бывает. Похожее слово – *подкурсы* (подготовительные курсы), которые, как и подлодка, не будут считаться подштукой.

Не все слова, начинающиеся на *под-*, содержат эту приставку. Например, болезнь *подагра* названа с помощью греческого корня со значением «*нога*». Он есть и в словах *окто-под*, *тетра-под* (научное название четвероногого животного). *Подиум*, находящийся под каблуками моделей, – слово латинского происхождения и тоже связано с ногами. Слова с иностранными корнями, маскирующимися под приставку, подштуками быть не могут.

Распространённая приставка *по-* тоже иногда сбивает с толку. Возьмём слова *подосиновик*, *подлесок*, *подсадок*, *подельник*, *подберёзовик*. Как вы думаете, какие из них можно объяснить при помощи слов «растёт под чем-либо»?

Подельник (тот, кто связан с *делами*, обычно нехорошими) уж точно не происходит от *ельника*, иначе его стоило бы писать с твёрдым знаком. Грибы, и правда, часто встречаются близ деревьев, по которым названы. *Подсадок* не подштука, хотя он и связан со словом *сад*, но только не с расположением. *Подсадок* – это тот, кого *подсадили* (например, новое растение). А ещё *подсадком* иногда называют рыболовный снаряд для вытаскивания крупной рыбы на берег – примерно то же, что и *подсачек*. Правда, рыбаки чаще говорят *подсак* и недолюбливают слово *сачок*, чтобы их не путали с ловцами бабочек. *Подлеском* называют средний ярус леса, невысокие деревья и кусты, а исторически это примыка-

ющий к лесу молодой лесок, то есть «*недолес*». Иногда приставка *под-* обозначает примерно такой же объект, но помельче или менее важный. Поэтому слова типа *подлесок, подсачек, подголосок, подстанция* – так себе подштуки. И *подклассом* обычно называют не ребят, у которых урок на нижнем этаже относительно вашего класса, а меньшую группу чего-либо, хотя часто классификацию представляют как идущие вниз ступени. В прошлом веке подражателей писателю Максиму Горькому называли *подмаксимками* или *подмаксимовниками* и даже рисовали на них карикатуры в виде грибов – это немножко обидно.

Подбелка, *подтёлок*, *подлещик*, *подорлик* – как вы думаете, каким словом из перечисленных обычно не называют животное?

Подтёлок – это «недотёлок», годовалый телёнок. *Подлещиком* называют рыбу, маленького леща. *Подорлика* выделяют даже в особый вид хищных птиц. А вот *подбелка* совсем уже не подштука: это то, чем можно подбелить (например, сметана в супе). Чтобы правильно определять подштуки, приходится опасаться похожих корней!

1. Попробуйте обнаружить слово, которое не является подштукой: *подлокотник*, *подголовник*, *поднос*, *подножка*.

2. Порассуждайте, чем близки *подбородок* и *пододеяльник*.

3. Отгадайте два одинаково выглядящих прилагательных: подштука связана с дугообразным перекрытием, а неподштука – с подготовкой к празднику.

Художник Алексей Вайнер

Григорий Мерзон

СКРЫТЫЕ СКОБКИ

Сейчас, когда мы хотим сгруппировать часть алгебраического выражения, мы заключаем её в скобки. Но до того как алгебраические обозначения устоялись, вместо скобок для тех же целей использовались и разные другие обозначения.

Следы одного из этих способов сохранились и сейчас: найдите современное обозначение, которое фактически состоит из двух частей, одна из которых играет роль скобок.

Художник Артём Костюкевич

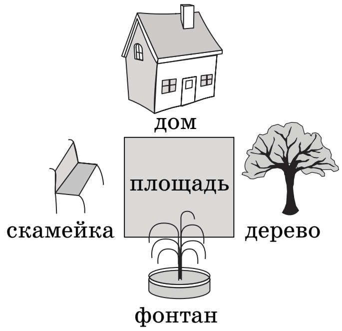
XLVI ТУРНИР имени М.В.ЛОМОНОСОВА

ИЗБРАННЫЕ ЗАДАЧИ

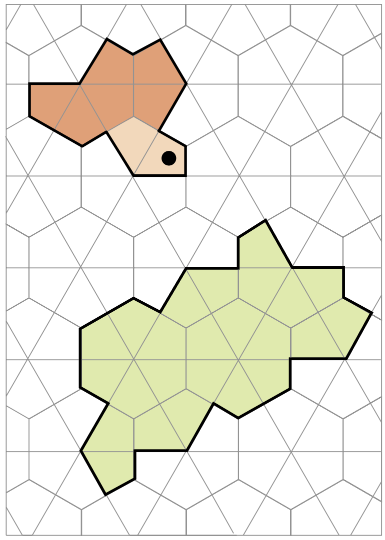
В октябре 2023 года прошёл очередной Турнир Ломоносова – ежегодная олимпиада с заданиями на очень разные темы, от математики и физики до истории и лингвистики. Можно было поучаствовать сразу в нескольких конкурсах, распределив время. Приводим некоторые задачи этого турнира.

Математика

1 (6–7 класс). На площади стояло несколько человек, каждый лицом к одному из 4 объектов, расположенных как на рисунке справа. Каждый человек записал, какой объект находится перед ним, какой – слева, а какой – справа. В итоге «дом» было написано 5 раз, «фонтан» – 6 раз, «скамейка» – 7 раз, «дерево» – 9 раз. Сколько человек стояло на площади, и сколько из них стояло лицом к каждому из объектов?



2 (6–8 класс). Фигуру снизу можно разделить на трёх «дикобразов» (возможно, повёрнутых или перевёрнутых), изображённых на рисунке сверху. Отметьте дольки, в которых окажутся глаза этих дикобразов.



3 (10–11 класс). Существует ли число, которое может быть представлено в виде $\frac{1}{m}+\frac{1}{n}$, где m и n натуральные, не менее чем ста способами?

Лингвистика

В одном из иранских языков для некоторых числительных существует два способа обозначения. Ниже приводятся пять чисел и соответствующие им восемь числительных на этом иранском языке, записанных в латинской транскрипции, в перепутанном порядке.

2, 17, 28, 38, 44

зvddзš, šššz ašt, dəwwз, srtən ašt, səppor səppar, ašt зmз šššz, səppar зmз dəwwiššszə, šštdзš зmз šššz

а) Установите правильные соответствия. Поясните ваше решение, описав, как устроены оба способа обозначения числительных.

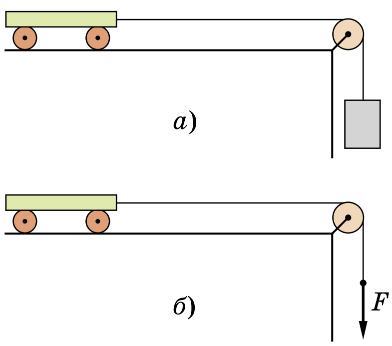
б) Запишите числительные 7, 24 и 30 обоими способами, если это возможно.

Примечание. Буквой *š* обозначается звук, похожий на русское *ш*, *з* – звук, похожий на русское *а*, *ə* – звук, похожий на русское *ы*.

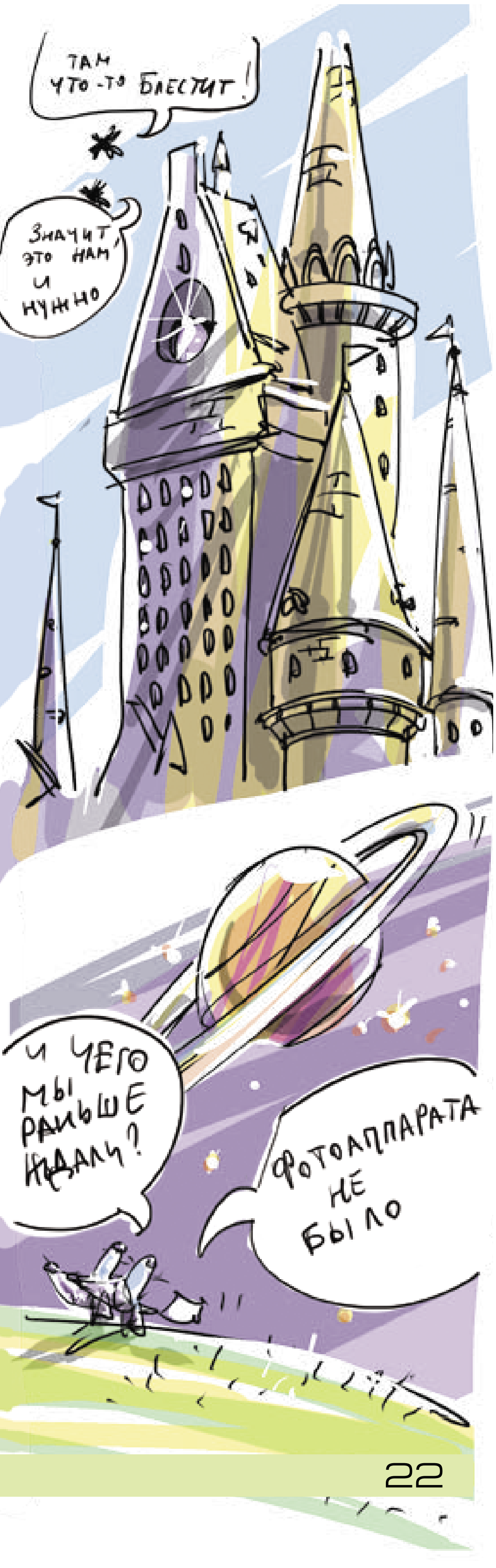
Физика

1 (6–8 класс). Во время похода Петя наткнулся на овраг. Через него была перекинута доска шириной 20 см, а чуть поодаль – две доски шириной по 10 см, лежащие рядом на расстоянии нескольких сантиметров. Какой из двух вариантов перехода через овраг стоит выбрать Пете, чтобы доски с меньшей вероятностью сломались под его весом? Материал, из которого сделаны доски, и их толщину считайте одинаковыми.

2 (6–8 класс). Две одинаковые тележки могут свободно кататься по горизонтальному столу. К каждой тележке привязана нить, которая огибает блок, закрепленный на краю стола, и уходит вниз. В первом случае к концу нити привязывают тяжелый груз и отпускают его (а). Во втором случае за конец нити начинают тянуть вниз постоянной силой, равной силе тяжести, действующей на груз (б). Какая из тележек будет разгоняться быстрее?



3 (10–11 класс). Нальём в стеклянную колбу воды до половины объёма, доведём её до кипения, покипятим некоторое время, а после этого герметично заткнём колбу пробкой. Подождём, пока вода перестанет кипеть. Если после этого облить колбу горячей водой,



то ничего интересного не произойдёт. Однако если облить её ледяной водой, то вода в колбе неожиданно закипит. Объясните это явление.

Астрономия и науки о Земле

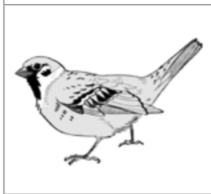
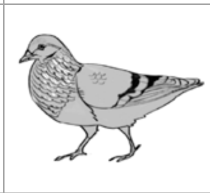
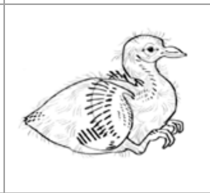
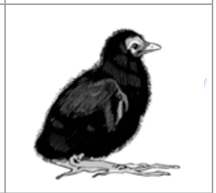
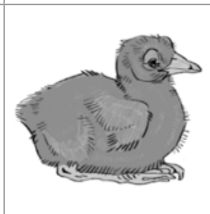
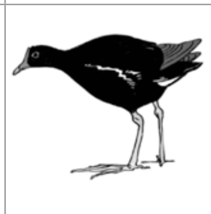
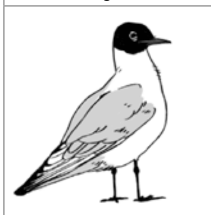
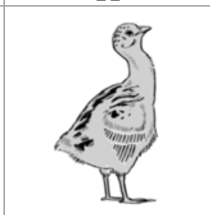
1. В фильмах о Гарри Поттере многие действия проходят в башне астрономии Хогвартса. Помимо героев, в ней можно увидеть несколько астрономических инструментов (см. фото). Что это за инструменты и зачем они нужны?

Для ответа на вопрос смотреть фильм или знать сюжет не требуется.

2. В одном из прошлых Турниров Ломоносова один из вопросов был о том, что спутники Сатурна учёные открывают, когда кольца планеты развёрнуты ребром к Земле. Эта ситуация ожидалась в 2024 году, но уже в 2023 году было открыто 45 новых спутников Сатурна. Астрономы использовали метод сложения фотографий. Накладывая несколько снимков, удалось накопить достаточно света для обнаружения новых небесных тел. При каких условиях этот метод можно использовать для поиска спутников?

Биология

1 (6 – 8 класс). На рисунках изображены некоторые птицы и их птенцы. Попробуйте совместить изображение взрослой птицы с изображением птенца того же вида. Если можете – назовите этих птиц с точностью до рода.

1	2	3	4
			
5	**6**	**7**	**8**
			
9	**10**	**11**	**12**
			
13	**14**		
			

2 (6–8 класс). Большинство растений и многие низшие животные хорошо регенерируют. Даже некоторые позвоночные способны вырастить утраченную конечность. Человек утратил такую способность. Однако многие его ткани и органы могут восстанавливаться после повреждений. Какие органы, по вашему мнению, могут хорошо восстанавливаться, а какие – нет? За счёт чего восстанавливаются те органы и ткани, которые регенерируют хорошо? Покажите это на конкретных примерах.

Художник Сергей Чуб

Владимир Красноухов

Башкирский мёд

Это одна из тех головоломок, которые решали участники 1-го Семейного чемпионата Башкортостана по решению механических головоломок, проведённого в рамках Всероссийского фестиваля игр «Айда играть» 14 – 17 сентября 2023 года.

Семьи-победители чемпионата были награждены не только соответствующими дипломами. Они получили в подарок альманахи журнала «Квантик», а также наборы баночек с мёдом от фирмы «Башкирские пасеки».

Головоломка состоит из коробочки и семи деталей. Коробочка (рис. 1) включает донышко, обрамлённое рамкой. Детали составлены из одинаковых правильных шестиугольников (рис. 2). На одной из деталей изображена пчела. Не правда ли, они напоминают кусочки вощины, а сама головоломка – пчелиную сотовую рамку?

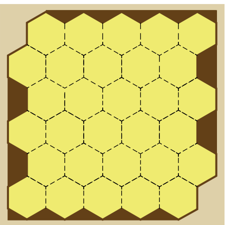


Рис. 1

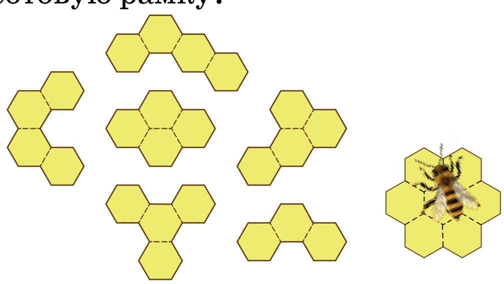


Рис. 2

Задача. Разместите в рамке все семь кусочков вощины. Детали можно поворачивать, но не переворачивать.

Автор головоломки (В. Красноухов) утверждает, что эта задача имеет два различных решения. Найдите хотя бы одно из них.

Желаем успехов!

Художник Ангелина Дорожинская

КОНКУРС ПО РУССКОМУ ЯЗЫКУ

В этом номере мы подводим итоги прошлогоднего конкурса по русскому языку.

ПОЗДРАВЛЯЕМ ПОБЕДИТЕЛЕЙ! ИМИ СТАЛИ:

Алтайская Антонина	Москва	школа № 1590	6 кл.
Жигло Сергей	Москва	Школа на проспекте Вернадского	5 кл.
Зизевских Андрей	Липецк	семейное обучение	6 кл.
Иванов Андрей	Балашиха	школа № 3	7 кл.
Лапшова Зоя	Омск	МОЦРО № 117	8 кл.
Логоткин Александр	Москва	Университетский лицей № 1523	10 кл.
Логоткин Иван	Москва	Университетский лицей № 1523	8 кл.
Маримонт Надежда			взрослый участник
Нажимова Любовь	Дзержинск	гимназия № 38	5 кл.
Николаев Михаил	Москва	школа № 1788	6 кл.
Павлов Михаил	Санкт-Петербург	школа № 655	2 кл.
Потапова Ирина	Санкт-Петербург	лицей № 144	7 кл.
Серкова Елизавета	Омск	гимназия № 115	5 кл.
Скасырская Ольга	Новосибирск	школа № 172	6 кл.
семья Судницыных	Киров	команда: мама Лена, папа Миша, сын Матвей (5 лет), дочь Ясмина (1 год)	
Толмачева Ксения	Москва	школа № 199	7 кл.
Федотова Дарья	Иваново	лицей № 21	7 кл.
команда: Фильцова Вероника	Москва	гимназия МГУ	10 кл.
и Фильцова Надежда	Москва	школа «ЛЕТОВО»	выпускница
Ханмагомедова Мелек	Москва	школа № 1571	6 кл.
Чернобровкина Анна	Ярославль	школа № 13	8 кл.
Чугунова Анна	Санкт-Петербург	гимназия № 74	5 кл.

ПОЗДРАВЛЯЕМ ПРИЗЁРОВ! ИМИ СТАЛИ:

Авраменко Вадим	Москва	школа № 1568	6 кл.
Амбарцумова Тамара	Королёв	школа № 1	7 кл.
Башкирцева Ольга	Красногорск	школа «Интеллектуал»	7 кл.
Заклязьминская Софья	Троицк	школа «Путь к успеху»	7 кл.
Калашникова Мария	Чита	Забайкальский краевой лицей-интернат	6 кл.
Лебедев Иван	Липецк	гимназия № 12	5 кл.
Сидоренко Варвара	Углич	ФМЛ	6 кл.
Трофимов Иван	Чувашская Республика, Моргаушский р-н, д. Обрыскино	школа д. Яныши	8 кл.
Тушканов Игнат	Москва	школа № 179	9 кл.
Ушаков Севастьян	Санкт-Петербург	школа ЦОДИВ	8 кл.

СПЕЦИАЛЬНОЙ ПРЕМИЕЙ ЗА РЕШЕНИЕ ОТДЕЛЬНЫХ ТУРОВ НАГРАЖДАЮТСЯ:

Авраменко Вадим	Москва	школа № 1568	6 кл. (за VI тур)
Боленко Евгения	Москва	школа № 1518	8 кл. (за I тур)

БЛАГОДАРИМ ВСЕХ УЧАСТНИКОВ КОНКУРСА!

Решения II тура отправляйте по адресу ruskonkurs@kvantik.org **не позднее 20 апреля**. Не забудьте указать в письме ваши имя, фамилию, город, школу и класс, где вы учитесь.

Предлагайте задачи собственного сочинения: лучшие будут опубликованы. Так, задачу № 6 прислала в редакцию наш постоянный автор, семиклассница Тамара Амбарцумова.

II ТУР

6. В распоряжении Квантика оказалось секретное полицейское донесение:
«XY XZYW свидетелей стало известно, что преступники перегрузили товар в машину X YXZYW, двигавшихся по дороге из YXZY W Лёренскуг».

Помогите Квантику расшифровать зашифрованный текст.

Т. А. Амбарцумова

7. Шестилетняя Маша предложила своё объяснение одного из важнейших событий в истории Земли: она считает, что динозавры ________, потому что ________. Второе пропущенное слово получается из первого добавлением одной буквы. Заполните пропуски.

Б. Л. Гуревич,
М. Б. Гуревич

8. По мнению многих лингвистов, первоначально это слово означало спадающие вниз длинные пряди волос по бокам. Напишите это слово.

И. Б. Иткин,
О. А. Кузнецова

9. В словаре «Лексикон славенороссийский...» Памвы Берынды (1627 г.) слово *молитва* объясняется как «резь». В слове *молитва* мы заменили одну букву. Как в действительности выглядит это слово в словаре Памвы Берынды?

С. И. Переверзева

10. Юра и Наташа ехали с родителями из Серпухова в Москву. Сидеть в электричке надоело, и Наташа стала приставать к брату.

– ____________, Наташа! – вступилась за Юру мама. – Слышишь, и машинист тебе то же самое говорит.

Какую станцию они проезжали?

М. Д. Савин,
Н. Д. Савина,
О. Ю. Савина

Художник Николай Крутиков

КОНКУРС ПО РУССКОМУ ЯЗЫКУ, I тур («Квантик» № 1, 2024)

1. *– Что значит «пятиться»? – спросил меня 4-летний Алёша.*

– Это значит «двигаться назад», потому что пятки у человека сзади, – попытался объяснить я.

*– Ага, значит «***иться» – это двигаться вперёд, потому что *** у человека спереди, – заявил он.*

Какие буквы заменены звёздочками?

Звёздочками заменены буквы **Н О С**. «*Носиться* – это двигаться вперёд, потому что *нос* у человека спереди», – по-своему логично рассудил маленький Алёша.

2. *Буквальное значение этого глагола – «избавить от необходимости о чём-то заботиться». Напишите этот глагол.*

Один из синонимов глагола *заботиться* – *печься*. Прилагательное *беспечный* означает «такой, который ни о чём не заботится». Отсюда один шаг до верного ответа: речь идёт о глаголе ***обеспечить***. Действительно, если, скажем, внимательные внуки обеспечивают своего пожилого дедушку всем необходимым, это и значит, что ему не надо ни о чём заботиться.

3. *В какой сказке слово, называющее главного героя, в начале употребляется как неодушевлённое, а в конце – как одушевлённое?*

Это сказка **«Колобок»**. В начале сказки старик просит: «– Испеки, старуха, *колобок*!» Конечно же, колобок здесь неодушевлённый – это просто обычный круглый хлебец. Зато потом колобок оживает, начинает петь песенку и в итоге встречается с лисой. А раз оживает, то и говорится о нём в конце сказки как об одушевлённом: «...а лиса – ам его! И съела *колобка*...»

4. Барабан, фонарь, параллельный... *Какой цвет можно добавить в этот ряд?*

Мне по барабану, *мне до фонаря*, *мне параллельно*... – все эти не слишком вежливые выражения означают одно и то же: «Мне безразлично, мне нет до этого дела». В тот же ряд входит и фраза *Мне фиолетово* (интересно, почему именно *фиолетово*, а не, допустим, *оранжево*?) Таким образом, искомый цвет – фиолетовый.

5. *У этой полезной кухонной утвари очень прыгучее ударение. Когда она одна и большая, оно стоит на 4-м слоге, когда их много – на 1-м, а когда она маленькая – на 3-м. Назовите эту кухонную утварь.*

Эта кухонная утварь – ***сковорода***. Проверяем: если одна и большая – *сковорода́* (ударение на 4-м слоге), если их много – *ско́вороды* (на 1-м), а если поменьше – *сковоро́дка* (на 3-м). И правда – очень прыгучее ударение (лингвисты называют такое ударение «подвижным»).

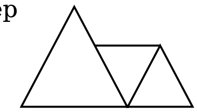
НАШ КОНКУРС, IV тур («Квантик» № 1, 2024)

21. *У Квантика на часах две кнопки: одна выводит на табло дату в формате ДД:ММ, а другая – время в формате ЧЧ:ММ (количество часов принимает значения от 00 до 23). Сколько раз в году Квантик увидит правильное время, даже если перепутает кнопки?*

Ответ: 276. Среди возможных значений часов на роль дня месяца подходят только значения от 01 до 23, а среди возможных значений минут на роль месяца подходят только значения от 01 до 12. Каждая пара таких значений – это момент, когда дата совпала со временем, поэтому ответ – это $23 \cdot 12 = 276$ раз.

22. *Можно ли какой-нибудь пятиугольник разрезать на три равносторонних треугольника (не обязательно равных)?*

Ответ: да, см. пример на рисунке.



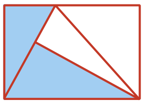
23. *Десятизначное число не содержит нулей и обладает такими свойствами: между любыми двумя единицами (если таковые имеются) расположено не менее одной другой цифры, между любыми двумя двойками (если таковые имеются) расположено не менее двух других цифр, и так далее, вплоть до девяток. Найдите наибольшее и наименьшее числа, удовлетворяющие этим условиям.*

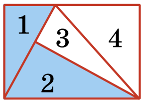
Ответ: 9876543121 и 1213121312.

Будем искать наибольшее число, начинающееся с 9. Между первой и любой другой цифрой десятизначного числа помещается не больше восьми цифр, поэтому второй девятки в таком числе нет. Пусть следующая цифра – 8. Опять же, второй восьмёрки в этом числе нет: между ней и первой восьмёркой помещается не более 7 цифр. Продолжая так рассуждать, дойдём до числа 9876543***, в котором после тройки могут идти только цифры 2 или 1. В последних двух разрядах числа 98765432** могут стоять уже только единицы, но поставить две единицы рядом нельзя. Если же искомое число начинается на 98765431, то после единицы может идти только 2, а последней цифрой может быть только 1. Значит, наибольшее подходящее число – это 9876543121.

Найдём наименьшее подходящее число. Если оно начинается с 1, то следующая цифра не меньше 2. После 2 снова может идти 1, но после 121 уже не может идти ни 1, ни 2, то есть, следующая цифра не меньше 3. После 3 может идти 1, после неё – не меньше, чем 2 и затем 1, то есть, число начинается на 1213121. Продолжить можем не меньше чем тройкой, после которой снова идут минимум 1 и 2. Значит, наименьшее подходящее число – это 1213121312.

24. *Прямоугольник разрезали на четыре треугольника, как схематично показано на рисунке. Оказалось, что закрашенные треугольники равны. Докажите, что тогда и незакрашенные треугольники равны.*





Треугольник 2 равен прямоугольному треугольнику 1, значит, один из его углов – прямой, причём он не может прилежать к стороне прямоугольника. Но тогда и треугольник 3 прямоугольный, причём с треугольником 4 он имеет общую гипотенузу.

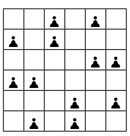
Правый верхний угол треугольника 1 и левый нижний угол треугольника 2 равны как накрест лежащие при параллельных сторонах прямоугольника и секущей-гипотенузе. Значит, катеты, противолежащие этим углам, равны как соответственные стороны. То есть общая сторона треугольников 2 и 3 равна вертикальной стороне прямоугольника. Но такой же катет есть и у треугольника 4, а значит, треугольники 3 и 4 равны по катету и гипотенузе.

25. *а) Расставьте* 12 *пешек на доске* 6×6*, по две на каждой вертикали и на каждой горизонтали так, чтобы никакие две пешки не били друг друга (то есть не стояли на соседних по диагонали клетках).*

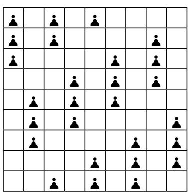
б) Расставьте 27 *пешек на доске* 9×9*, по три на каждой вертикали и на каждой горизонтали, с выполнением того же условия.*

Ответ: см. рисунки

а)



б)



РАЗВОРОТ РАКЕТЫ («Квантик» № 2, 2024)

Барон может выкинуть наружу табуретку! Пока барон разгоняет табуретку, табуретка в согласии с третьим законом Ньютона разгоняет барона и ракету в противоположную сторону. Это придаст ракете импульс, и если направление броска не проходит через центр масс ракеты, дополнительно закрутит её. Барон развернёт ракету на Солнце, если правильно подберёт направление броска – и вовремя выкинет что-то ещё раз, чтобы практически остановить вращение.

Есть и другой способ: кувыркнуться в невесомости внутри ракеты. Для этого барон оттолкнётся от стен ракеты, что закрутит её в противоположном кувырку направлении. Чтобы прекратить кувыркаться, Мюнхгаузен затормозит себя о стены ракеты, а этим остановит и её вращение. Барон может не кувыркаться сам: ему достаточно вращать что-то массивное.

Оба способа используют, чтобы ориентировать спутники в космосе. В первом вместо табуретки выбрасывают газ из ракетных двигателей. А во втором используют маховики внутри корабля: они могут не только изменять ориентацию, но и, сильно раскрученные, помогают её сохранять – подобно тому, как сохраняет своё положение волчок, пока вращается быстро. Так, на Международной Космической Станции используют четыре 300-килограммовых *гиродина* (маховика на подвесе).

XLVI ТУРНИР ИМЕНИ М. В. ЛОМОНОСОВА.

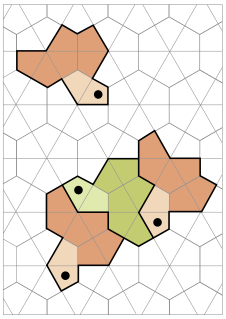
Избранные задачи

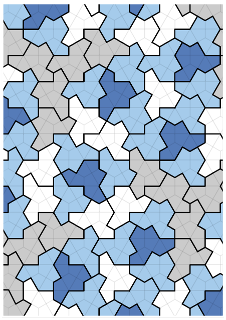
Математика

1. Ответ: всего было 9 человек, лицом к дому стояло 3, лицом к фонтану – 4, лицом к скамейке – 0, лицом к дереву – 2.

Всего было написано $5+6+7+9=27$ слов. Так как каждый записал по 3 слова (объект впереди, объект слева, объект справа), то всего было $27:3=9$ человек. Из 9 человек слово «дом» написали пятеро, значит, оставшиеся $9-5=4$ человека стояли спиной к дому. Заметим, что стоять спиной к дому означает стоять лицом к фонтану – следовательно, лицом к фонтану стояло 4 человека. Аналогично находим, что $9-6=3$ человека стояли спиной к фонтану и лицом к дому, $9-7=2$ человека стояли спиной к скамейке и лицом к дереву и, наконец, $9-9=0$ человек стояли спиной к дереву и лицом к скамейке.

2. Ответ: см. рисунок.





Комментарий. Разбиение плоскости на многоугольники без дырок и наложений называется *замощением*. Замощения бывают как периодические (есть два разных направления, при сдвиге в каждом из которых замощение совмещается само с собой) и непериодические (таких сдвигов нет). Ещё в 2022 году не было известно, существует ли многоугольник, которым непериодически плоскость замостить можно, а периодически нельзя. Однако, уже весной 2023 года David Smith, Joseph Samuel Myers, Craig S. Kaplan и Chaim Goodman-Strauss нашли такой многоугольник – это как раз «дикобраз» из задачи! Чтобы замостить плоскость «дикобразами», их приходится иногда переворачивать. Те же авторы нашли и пример плитки, которой можно замостить плоскость непериодически, не переворачивая её (а замостить периодически тоже нельзя). На странице авторов kvan.tk/aperiodic есть подробности и картинки.

3. Ответ: существует – например, число $\frac{1}{199!}$.

Число 200 можно представить в виде суммы двух слагаемых 100 способами: $200 = 1 + 199 = 2 + 198 = \ldots = 99 + 101 = 100 + 100$, значит, $\frac{200}{200!} = \frac{1}{200!} + \frac{199}{200!} = \frac{2}{200!} + \frac{198}{200!} = \ldots = \frac{99}{200!} + \frac{101}{200!} = \frac{100}{200!} + \frac{100}{200!}$. Остаётся заметить, что в числителях дробей–слагаемых встречаются только числа от 1 до 199, на которые делится стоящее в знаменателе число 200!. Значит, после сокращения дробей мы получим представление числа $\frac{200}{200!} = \frac{1}{199!}$ как суммы вида $\frac{1}{m} + \frac{1}{n}$ ста способами.

Лингвистика

Последние три числительных построены из двух частей, соединённых частицей *зтз* – скорее всего, это и есть альтернативная запись чисел, в которой *зтз* обозначает сложение. Тогда первые пять числительных – это 2, 17, 28, 38 и 44 в каком-то порядке. Среди *зvddзš*, *šššz ašt*, *dəwwз*, *srtən ašt*, *səppor səppar* два числительных оканчиваются на *ašt*; предположим, что *ašt* это 8, и мы нашли числа 28 и 38. Из оставшихся *səppor səppar* – два похожих слова, так что это, скорее всего, сорок четыре; по созвучию предположим, что *dəwwз* – это 2. Тогда *зvddзš* – 17.

Из трёх чисел, записанных иначе, *ašt зтз šššz* это *šššz ašt*, то есть 28 или 38. В числительном *зštdзš зтз šššz* к *šššz* добавляется *зštdзš*, похожее по строению на *зvddзš* = 17. В примечании к задаче сказано, что *з* – звук, похожий на русское *а*; предположим, что *з* и *а* чередуются, и *зšt* в начале слова *зštdзš* также означает 8. Тогда *dзš* означает 10 (а *зvd* в *зvddзš* означает 7). Таким образом, *ašt зтз šššz* – это 8, прибавленное к *šššz*, а *зštdзš зтз šššz* – это 18, прибавленное к *šššz*. Значит, *ašt зтз šššz* = *šššz ašt* = 28 и *зštdзš зтз šššz* = *srtən ašt* = 38, а также *šššz* = 20, *srtən* = 30. Оставшееся числительное *səppar зтз dəwwiššszə* – это 44, где *dəwwiššszə*, видимо, образовано как дважды-двадцать.

То есть, один из способов опирается на десятичную систему счисления (*зvddзš*, *šššz ašt*, *dəwwз*, *srtən ašt*, *səppor səppar*) – сначала пишутся десятки, потом единицы; другой способ опирается на двадцатеричную систему счисления (*ašt зтз šššz*, *səppar зтз dəwwiššszə*, *зštdзš зтз šššz*) – «единицы» (от 1 до 19) + *зтз* + двадцатки.

Число 7 можно записать как *avd*; число 24 – *šššz səppar* или *səppar зтз šššz*; число 30 – *srtən* или *dзš зтз šššz*.

Физика

1. Две доски шириной по 10 см имеют, очевидно, такую же прочность на излом, как одна доска шириной 20 см (доски имеют одинаковую толщину). Однако при переходе по этим двум доскам Пете придётся одной ногой наступать на одну доску, а другой – на другую (идти только по одной доске в такой ситуации довольно глупо). А значит, в те моменты, когда Петя будет делать очередной шаг, одна из его ног будет двигаться в воздухе, и весь его вес будет приходиться на другую ногу, то есть на одну узкую доску. Прочность такой доски вдвое меньше, чем широкой, поэтому вероятность того, что она сломается под весом Пети, гораздо выше. Наступать на обе узкие доски сразу тоже не получится, так как они лежат не вплотную друг к другу.

2. Чем меньше масса тела (его инертность), тем быстрее оно будет разгоняться под действием данной силы. В первом случае (а) сила тяжести, действующая на груз, разгоняет систему, состоящую из тележки и груза. Во втором случае (б) точно такая же сила разгоняет только тележку. Масса этой системы меньше, поэтому во втором случае тележка будет разгоняться быстрее.

3. Продолжительное кипение воды в колбе приведёт к тому, что воздуха в ней практически не останется – он будет вытеснен парами воды. После закрывания колбы эти пары очень быстро станут насыщенными и кипение прекратится. Если же после этого облить колбу ледяной водой, то произойдёт следующее. Вода быстро охладит стенки колбы (у них небольшая теплоёмкость) и на них начнётся конденсация пара. Давление пара в результате резко упадёт. А вода в первом приближении сохранит прежнюю температуру (её теплоёмкость велика). Значит, пар перестанет быть насыщенным, что и приведёт к резкому вскипанию воды.

Астрономия и науки о Земле

1. Инструменты на фото – *армиллярные сферы*. Это наглядные модели небесной сферы, в центре которой расположен глобус Земли. Вокруг глобуса расположены круги горизонта и меридиана (они позволяют измерять высоту светила, широту, азимут и т. д.), круги небесного экватора и небесного меридиана (они позволяют измерять склонение, прямое восхождение и т. д.), а также кольцо, изображающее эклиптику, что позволяет измерять углы в плоскости эклиптики. С помощью армиллярных сфер можно определять горизонтальные, экваториальные и эклиптические координаты, сравнивать координаты на небесной сфере в разных системах отсчёта, определять положения планет в зодиакальных созвездиях, вычислять время и координаты места наблюдения. Сейчас армиллярные сферы редко используются, так как есть более точные инструменты.

2. Метод сложения фотографий будет работать при наличии гипотезы о существовании спутника в определённом месте, то есть открываемые спутники должны иметь небольшую относительную скорость движения – поэтому метод сложно использовать для изучения объектов с неизвестной скоростью. Проблема в том, что спутники планет имеют разную скорость в разных точках орбиты, самую малую скорость – в самых удалённых точках орбиты. Чтобы метод сработал, нужно, чтобы у планеты наблюдались группы или семейства спутников, и нужно точно знать орбиты нескольких таких спутников: спутники в группе имеют примерно одинаковые скорости и положение на орбите (есть теория, что спутники в семействе имеют ударное происхождение, то есть образовались в результате раскола одного небесного тела на несколько). В ходе исследования спутников Сатурна отправной точкой был спутник Феба.

Также для использования метода сложения фотографий на изображении с открываемым спутником на фоне на протяжении долгого времени не должно быть ярких объектов (звёзд, астероидов). А чтобы не было засветки, спутник должен находиться далеко от планеты и от её кольца.

Биология

1. Ответ: см. таблицу.

Взрослая птица	Птенец	Название вида
1	6	Воробей
2	3	Голубь
8	4	Камышница
5	12	Коростель
10	7	Китоглав
9	14	Чайка
13	11	Индюк

2. Хорошо восстанавливаются: печень – за счёт деления дифференцированных клеток гепатоцитов, кости – за счёт деления и дифференцировки стволовых клеток костной ткани, эпителий пищеварительного тракта – за счёт деления и дифференцировки тканевых стволовых клеток, верхний слой кожи (эпидермис) – за счёт деления клеток базального (нижнего) слоя, соединительная ткань более глубоких слоёв – за счёт деления тканевых стволовых клеток, рыхлая соединительная ткань в различных органах – за счёт деления тканевых стволовых клеток, жировая ткань – за счёт тканевых стволовых клеток, кровь – за счёт деления стволовых клеток костного мозга, мелкие сосуды – за счёт деления клеток эндотелия, эпителий матки – за счёт специализированных стволовых клеток.

Также могут восстанавливаться, хотя и хуже: скелетные мышцы – за счёт тканевых стволовых клеток, нервы и мозг (отдельные участки) – за счёт стволовых клеток нервной системы, мочевой пузырь – за счёт деления специализированных клеток, лёгкие – за счёт деления некоторых клеток лёгочного эпителия.

Регенерируют очень плохо: хрящи, сухожилия, поджелудочная железа, половые железы, почки, сердце, крупные сосуды, глаз, органы внутреннего уха.

наш КОНКУРС

Приглашаем всех попробовать свои силы в нашем
заочном математическом конкурсе.

Второй этап состоит из четырёх туров (с V по VIII) и идёт с января по апрель.

Высылайте решения задач VII тура, с которыми справитесь, не позднее 5 апреля в систему проверки **konkurs.kvantik.com** (инструкция: kvan.tk/matkonkurs), либо электронной почтой по адресу **matkonkurs@kvantik.com**, либо обычной почтой по адресу **119002, г. 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!

VII ТУР

31. Маленький Ваня научился писать только две цифры, но смог написать четырёхзначное, трёхзначное и двузначное числа, сумма которых равна 2024. Приведите пример, как это могло получиться.

32. В клетки таблицы 3×3 вписали цифры так, что в каждой строке все 3 цифры разные. Разрешается в каждой строке переставить цифры как угодно. Всегда ли удастся сделать это так, что никакие две одинаковые цифры не окажутся в разных столбцах?

ПОЗДРАВЛЯЕМ ПОБЕДИТЕЛЕЙ И ПРИЗЁРОВ ПЕРВОГО ЭТАПА НАШЕГО КОНКУРСА!

Победители: Авдонин Максим, Башкиров Александр, Бирюков Иван, Ганичев Филипп, Голенищева Мария, Елисеева Алиса, Казакова Мария, Калугин Иван, Махмудов Шероз, Мелиханов Назар, Мукминова Эмилия, Мурин Константин, Николаев Михаил (Москва), Николаев Михаил (Санкт-Петербург), Селютин Степан, Скивко Тимур, Слясская Диана, Терехова Наталья, Токарева Дарина, Феофилов Серафим, Фиалковский Максим, Ханмагомедова Зумруд, Ханмагомедова Мелек, а также кружки «Озарчата» и «По стопам Лобачевского».

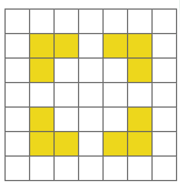
Авторы задач: Александр Хачатурян (31), Павел Кожевников (32, 33), Михаил Евдокимов (34, 35)

33. Имеется 150 одинаковых плиток в форме равностороннего треугольника. Можно ли из всех этих плиток сложить (без дырок и наложений) какую-нибудь трапецию (то есть, четырёхугольник, у которого две стороны параллельны, а две другие – нет)?

34. Коля придумал ребус
КОЛЯ + ВОЛЯ = СИЛА.
Какое наибольшее значение может принимать ИКС? (Одинаковыми буквами обозначены одинаковые цифры, а разными буквами – разные цифры, ни одно число не начинается с нуля).

Художник Николай Крутиков

35. Докажите, что для любой пары натуральных чисел m и n найдется клетчатый прямоугольник с соотношением сторон $m : n$, который можно разрезать на трёхклеточные уголки по линиям сетки так, что уголков каждого из четырёх типов (изображённых на рисунке) будет поровну.



Призёры: Алтайская Антонина, Batenkova Arina, Бацазов Валерий, Босенко Иван, Ботев Елизар, Голятин Артём, Гришина Елена, Дайловская Дарья, Джаошвили Михаил, Ермолаева Анна, Кириллова Ксения, Ковалев Давид, Коваленко Евгений, Котова Екатерина, Крынский Николай, Кувшинова Анастасия, Лизогубов Яромир, Лимонов Владимир, Макарова Елена, Медведев Дмитрий, Мирошников Валерий, Мошкович Мария, Никитин Андрей, Николаевский Иван, Пастухова София, Савина Наталья, Семён Зайцев, Суродейкина Софья, Тимофеева Анастасия, Тимошкова Дарья, Федорова София, Федотова Дарья, Шалымова София, Шиканов Данила, а также кружки «Морские волчата», «МТИ», «Школа юных математиков», и команда ГБОУ ДО ДТДМ «Хорошево».

УСПЕХОВ В СЛЕДУЮЩЕМ ЭТАПЕ!

Котлетная задача

На пустую круглую сковороду радиуса 3 положили одну круглую котлету радиуса 1. Докажите, что на эту сковороду можно добавочно уложить ещё четыре такие же котлеты, не передвигая первую.

Автор Джавид Агаев, 10 класс,
г. Зардоб (Азербайджан)

ISSN 2227-7986 24003
9 772227 798244

Художник Мария Усеинова