№ 1 | январь 2022
Издаётся Московским Центром непрерывного математического образования
e-mail: kvantik@mccme.ru

ЖУРНАЛ КВАНТИК
ДЛЯ ЛЮБОЗНАТЕЛЬНЫХ

№ 1
январь 2022

НЕ РАЗРЕЖЬ ЦЕНТР

ДВЕ ЗВЕЗДЫ

СУММЫ ТРЁХ КУБОВ

Enter

ПОДПИСКА НА ЖУРНАЛ «КВАНТИК»

РОССИЯ

- **на почте (у оператора) по электронной версии Каталога Почты России:**
  индекс **ПМ068** – по месяцам полугодия
- **онлайн-подписка на сайтах:**
  агентства АРЗИ: **akc.ru/itm/kvantik**
  Почты России: **podpiska.pochta.ru/ПМ068**

онлайн вы можете оформить подписку и для своих друзей, знакомых, родственников

КРЫМ

- Почта Крыма:
  «Каталог периодических изданий Республики Крым и г. Севастополя», индекс – **22923**

УКРАИНА

- Подписное агентство «ПресЦентр Киев»
  prescentr.kiev.ua тел. **0444515161**
  e-mail: **podpiska1@prescentr.kiev.ua**

БЕЛАРУСЬ

- Белпочта:
  Каталог «Печатные СМИ. Российская Федерация. Украина. Казахстан», индекс – **14109**
  Онлайн-подписка на сайте **belpost.by**
- ООО «АГЕНТСТВО ВЛАДИМИРА ГРЕВЦОВА» (подписное агентство)
  г. Минск, ул. Нарочанская, д. 11, оф. 21а
  тел. **+375 29 683 83 56**, **+375 17 209 69 01**, доп. 2025
  e-mail: **o.polkovenko@agvg.by** www.smi.by

КАЗАХСТАН

- Подписное агентство «ЭКСПРЕСС-ПРЕСС» (ТОО «Express Press Astana»)
  г. Нур-Султан, ул.Б.Майлина, д. 4/1, под. 2, оф. 114
  тел. **+7 747-266-05-77**, **7172-25-24-35**, **7172-49-39-29**
  e-mail: **express-press-astana@mail.ru**
- Подписное агентство «ЕВРАЗИЯ ПРЕСС»
  тел. **+7 727 382-25-11**; факс: **+7 727 382-34-87**
  e-mail: **evrasia_press@mail.kz**

Подробнее обо всех способах подписки см. **kvantik.com/podpiska**

www.kvantik.com
kvantik@mccme.ru
t.me/kvantik12
instagram.com/kvantik12
kvantik12.livejournal.com
facebook.com/kvantik12
vk.com/kvantik12
twitter.com/kvantik_journal
ok.ru/kvantik12

Журнал «Квантик» № 1, январь 2022 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, Н. М. Нетрусова, А. Ю. Перепечко, М. В. Прасолов, Н. А. Солодовников
Художественный редактор и главный художник Yustas
Вёрстка: Р. К. Шагеева, И. Х. Гумерова
Обложка: художник Алексей Вайнер

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 Почты России (у оператора) по электронной версии Каталога Почты России (индексы **ПМ068** и **ПМ989**)
Онлайн-подписка на сайтах:
- агентства АРЗИ: **akc.ru/itm/kvantik**
- 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: 4000 экз.
Подписано в печать: 09.12.2021
Отпечатано в ООО «Принт-Хаус»
г. Нижний Новгород,
ул. Интернациональная, д. 100, корп. 8.
Тел.: (831)216-40-40
Заказ №
Цена свободная
ISSN 2227-7986
6+

СОДЕРЖАНИЕ

Валерия Сирота

Две звезды

Самое красивое звёздное небо – зимнее. Надо только дождаться ясной погоды: тогда оно чёрное, глубокое, холодный воздух почти не дрожит, звёзды – как алмазы... И все самые красивые и интересные созвездия видны зимними вечерами. А самое красивое и самое интересное – Орион.

Его легко найти: узнаваемая фигура плечистого охотника, очерченная яркими звёздами; роскошный пояс из трёх одинаковых ярких бело-голубых звёзд на равных расстояниях друг от друга – одного этого пояса достаточно, чтобы разглядеть Орион даже в прогалах между облаками; изогнутый лук – эта дуга слабых звёздочек как будто нарочно там вытянулась в виде лука, хотя на некоторых картинках вместо него рисуют шкуру льва или – почему-то – петуха, как будто такой славный охотник станет ловить петухов. И «изюминка» созвездия – Меч Ориона, висящий у него на поясе. Это не просто случайное собрание звёздочек, в этом месте находится замечательный физический объект – светящееся газовое облако, называемое Туманность Ориона. Это близкая к нам и самая яркая из туманностей, её хорошо видно даже невооружённым глазом! Она и образует этот размазанный светлый «фон» вокруг ярких звёздочек середины Меча. А сами эти звёздочки – большинство из них – находятся внутри туманности, образуя рассеянное звёздное скопление Трапеция Ориона. Они не случайно там оказались: туманность – это место рождения новых звёзд, и эти яркие звёзды – совсем молоденькие сестрички! Им не больше трёх миллионов лет. (Для сравнения: возраст Солнца – пять миллиардов лет.) Они подсвечивают породившую их туманность изнутри, делая её еще красивее.

И это ещё не всё. Если вооружиться даже небольшим телескопом, в Орионе можно найти ещё несколько туманностей, и тёмных и светлых. Там же, и тоже возле пояса Ориона, находится знаменитая тёмная туманность Конская Голова. И другая красивая тёмная туманность – Голова Ведьмы... Но их уже видно только в сильный телескоп.

Эта статья – не о них, а о том, что хорошо видно любому, совсем невооружённому глазу. О самых ярких звёздах Ориона – о Ригеле и Бетельгейзе. Оказывается, даже просто яркие звёзды могут быть очень красивыми и очень разными.

Бетельгейзе – правое плечо Ориона (если считать, что он смотрит на нас), Ригель – его левая нога. Они примерно одинаковой яркости (Ригель только чуть-чуть поярче). А вот цвета – совсем разного: Ригель голубой, Бетельгейзе – красная.

Почему? Что там может так сильно отличаться? Может, на самом деле одна из этих звёзд намного дальше и намного ярче другой? – Нет, Ригель действительно чуть-чуть подальше и примерно на треть ярче, но это очень маленькая разница в мире, где яркости звёзд отличаются в сотни тысяч раз. Может, они состоят из разного материала? – Тоже нет, практически все звёзды (за очень-очень редкими и экзотическими исключениями) состоят из одного и того же газа водорода, с совсем небольшими добавками гелия и более тяжёлых элементов. К тому же эти более тяжёлые добавки сосредоточены в глубине звезды, а во внешних слоях, свет от которых мы и видим, их совсем крошечная примесь. Эти примеси влияют на цвет звезды (точнее, на её спектр), но так слабо, что обнаружить это влияние можно только с помощью специального прибора – спектроскопа или спектрографа. А разницу между Ригелем и Бетельгейзе видно сразу, перепутать их невозможно.

Может, на самом деле одна из этих звёзд намного тяжелее другой? – Опять нет! Обе они очень тяжёлые (хотя и отнюдь не рекордсменки) – примерно в 17 раз тяжелее нашего Солнца. И опять почти одинаковы! В чём же дело?

Дело в температуре! Именно она определяет цвет звезды. Как и цвет горящих поленьев в костре или в печи: в ярко горящем костре пламя в центре жёлтое и даже белое, в остывающем – красное. Выражение «довести до белого каления» значит «совсем довести», сильно «разогреть». Иногда оно, кстати, употребляется и в прямом смысле, а не только в переносном.

В обычных земных условиях часто случается, что горящий материал влияет на цвет огня: магний, например, горит всегда очень ярким белым пламенем. Парафин добавляет жёлтый цвет. А светлячки и вовсе светятся белым, оставаясь совсем холодными. Но в звёздах такого разнообразия нет, потому что везде материал почти один и тот же.[1] Поэтому там зависимость практически однозначная: температура поверхности 10–12 тысяч градусов – звезда голубая, 8 тысяч – белая, 6 тысяч – жёлтая, 3–4 тысячи градусов – красная. Внутри, кстати, все звёзды гораздо горячее, там миллионы градусов, но на цвет влияет именно температура поверхности.

Ну хорошо, теперь понятно, почему Бетельгейзе и Ригель разного цвета – разная температура поверхности. Но почему же тогда у них почти одинаковая светимость, то есть почему они одинаково яркие? Ведь холодная звезда должна бы светить гораздо тусклее. И действительно, многие красные звёзды (почти все) – очень слабенькие «светильники». Их на самом деле много, больше, чем белых. Большинство из них невооружённым глазом не видны, только в бинокль или в телескоп – как, например, ближайшая к нам звезда Проксима Центавра. Но те красные звёзды, которые видны, – почти все яркие, намного ярче нашего Солнца.

В чём же дело? Как холодная звезда может ярко светить? Очень просто: если поместить рядом очень много тусклых лампочек, они вместе окажутся ярче, чем одна яркая. Так вот, у Бетельгейзе есть ещё одно важное отличие от Ригеля – чудовищный размер. При примерно той же массе её радиус в 10 раз больше, чем у Ригеля, который и сам немаленький – и чуть ли не в тысячу раз больше, чем у Солнца. Если

[1] И ещё по одной, более сложной причине: во многих привычных нам случаях цвет определяется тем, что электроны в атомах (молекулах) переходят с одного определённого уровня на другой. Получается не просто, скажем, жёлтый цвет, а очень определённый жёлтый цвет – все фотоны, которые излучаются, не просто похожи, а одинаковы (имеют одинаковую длину волны). Про такой свет говорят, что у него «линейчатый спектр». В звёздах, а также в печке, спектр «сплошной» – излучаются фотоны всевозможных длин волн, всех цветов, и при этом почти неважно, как именно устроены молекулы или атомы. А какого цвета излучается больше – это как раз определяется температурой.

бы поставить Бетельгейзе на место Солнца, все ближние планеты, включая Марс, и весь пояс астероидов оказались бы внутри звезды! А время от времени в неё, возможно, попадала бы даже орбита Юпитера, потому что Бетельгейзе «дышит» – то раздувается, то сжимается обратно.

Яркость действительно очень сильно зависит от температуры: она пропорциональна четвёртой её степени, то есть если у одной звезды температура в 2 раза больше, чем у другой, то каждый кусочек её поверхности излучает в $2^4 = 2 \cdot 2 \cdot 2 \cdot 2 = 16$ раз больше энергии. Температура Ригеля около 12 000 градусов, а Бетельгейзе – всего 3600. Значит, каждый участок поверхности Ригеля светит в $(12000 : 3600)^4 \approx 125$ раз ярче. Но зато поверхность у Бетельгейзе примерно в 100 раз больше – ведь площадь поверхности пропорциональна квадрату радиуса. Вот и получается, что в сумме вся огромная звезда светит почти так же ярко, как Ригель. Только гораздо менее стабильно: то она ярче, то слабее. А из-за того, что она ближе к нам, на нашем небе она даже иногда (когда особенно ярко светит) ненадолго становится ярче Ригеля.[2]

Но что ж это её так раздуло? Как получилось, что при практически такой же массе Бетельгейзе во много раз больше по размеру и чуть ли не в 4 раза холоднее?

Случалось ли вам видеть такое: горит костерок, вокруг него в кружок сидят люди, греются… и вот кто-то подбрасывает в огонь охапку сухого хвороста. Искры – до неба, пламя – в рост человека… и все поспешно шарахаются в стороны, круг резко расширяется, вокруг костра – пустое место. Вот что-то в таком духе и произошло с Бетельгейзе.

Такое случается со звёздами «на старости лет», когда запас топлива в их недрах подходит к концу. Ядро звезды горит ярко, ещё ярче, чем раньше – но на самом деле это уже остатки, последние «охапки хвороста». И этим ярким последним светом окраинные области звезды «разгоняются» дальше от цен-

[2] Как видите, слово «яркость» двусмысленно – звезда сама по себе ярко светит, или она нам кажется яркой, потому что близко? Астрономы, чтобы избежать этой неоднозначности, называют «собственную яркость» звезды *светимостью*.

тра, звезда неслыханно «толстеет», в десять или даже сто раз! Масса-то не меняется, поэтому она становится очень «рыхлой»; оболочка, то есть «поверхность» звезды, которая оказалась очень далеко от центра, уже еле держится (от этой её неустойчивости и возникают колебания размера и яркости, которые астрономы наблюдают у Бетельгейзе) и к тому же сильно остывает. Такая звезда называется *красный гигант* – или, если она раз в 10 или более тяжелее Солнца, *красный сверхгигант*.

Бетельгейзе тоже ещё сравнительно недавно была голубой, как Ригель. Насколько недавно? В китайских хрониках 2000-летней давности её называли жёлтой звездой. То ли неточность перевода на современный язык, то ли она «окончательно» покраснела всего пару тысяч лет назад. И уж, во всяком случае, первобытные люди наверняка видели Бетельгейзе голубой.

А что с ней будет дальше? Увы... похоже, что дни Бетельгейзе сочтены. То есть не дни, конечно, а тысячи или десятки тысяч лет. Когда прогорит последняя «охапка хвороста», ядро обрушится в центр (как иногда делают прогоревшие поленья в костре). При этом произойдёт взрыв, бóльшая часть вещества звезды разлетится во все стороны, а вспышка от взрыва будет такой яркости, что на Земле Бетельгейзе

Звезда	Диаметр, в диаметрах Солнца	Масса, в массах Солнца	Светимость, в светимостях Солнца	Расстояние до нас, в световых годах	Температура поверхности, в Кельвинах	Цвет	Комментарий
Сириус (альфа Большого Пса)	1,7	2	22	8,5	10000	Белый	Самая яркая на земном небе
Альдебаран (альфа Тельца)	38	2,5	150	65	3500	Оранжевый	Гигант
Бетельгейзе (альфа Ориона)	700–900	17	40 000–120 000	550	3600	Красный	Сверхгигант. Самый большой угловой диаметр
Ригель (бета Ориона)	79	18	120 000	860	12100	Бело-голубой	Сверхгигант. Самая большая светимость из звёзд ближе 1000 св. лет
VY Большого Пса	≈1400 = 13 а.е. = =2 млрд км	17	270 000	4000	3500	Красный	Гипергигант. Одна из крупнейших
мю Цефея	1500	40–50	350 000–450 000	5250	3700	Красный	Гипергигант «гранатовая звезда Гершеля»

будет видно даже днём: несколько суток она будет ярче полной Луны. Астрономы называют такую вспышку *сверхновой звездой*. Когда именно это произойдёт – никто не знает. Конечно, каждый астроном мечтает, чтобы это случилось на его веку...

Так что торопитесь увидеть Бетельгейзе такой, какой она была последние пару тысяч лет!

А в ожидании, когда она взорвётся, порешайте задачки.

Задачи

1. Во сколько раз объём Бетельгейзе больше, чем объём Ригеля? Во сколько раз отличаются их средние плотности?

2. Сосчитайте примерно среднюю плотность Ригеля. Плотность Солнца – около 1,4 г/см^3. Сколько весит один кубический метр вещества Ригеля? Сравните с плотностью воды и воздуха.

3. Почему в обозначении одной из звёзд нет греческой буквы? Почему самые большие и яркие звёзды не имеют собственных красивых имён?

4. Массы звёзд и даже расстояния до них часто известны очень неточно. Как же тогда ухитрились измерить температуру их поверхности?

5. Как видно из таблицы, самая большая из известных звёзд – мю Цефея – примерно в 9,5 раз дальше, чем Бетельгейзе, и излучает энергии примерно в 5 раз больше. Во сколько раз Бетельгейзе ярче на земном небе, чем мю Цефея? То есть во сколько раз больше энергии от неё попадает к нам в глаз или в телескоп? Если вы читали статью про звёздные величины в «Квантике» №11 за 2020 год, то сможете, наверно, оценить звёздную величину мю Цефея. Звёздная величина Бетельгейзе колеблется от $0{,}2^m$ до $1{,}2^m$.

6. Когда-то давно, когда он ещё не состарился, Альдебаран был белой звездой, похожей на Сириус – ведь у них близкие массы. Представим себе, что диаметр Альдебарана был тогда вдвое больше солнечного, а температура – 10,5 тысяч градусов, что втрое больше теперешней. Ярче или тусклее, чем теперь, светил тогда Альдебаран, и во сколько раз?

Художник Мария Усеинова

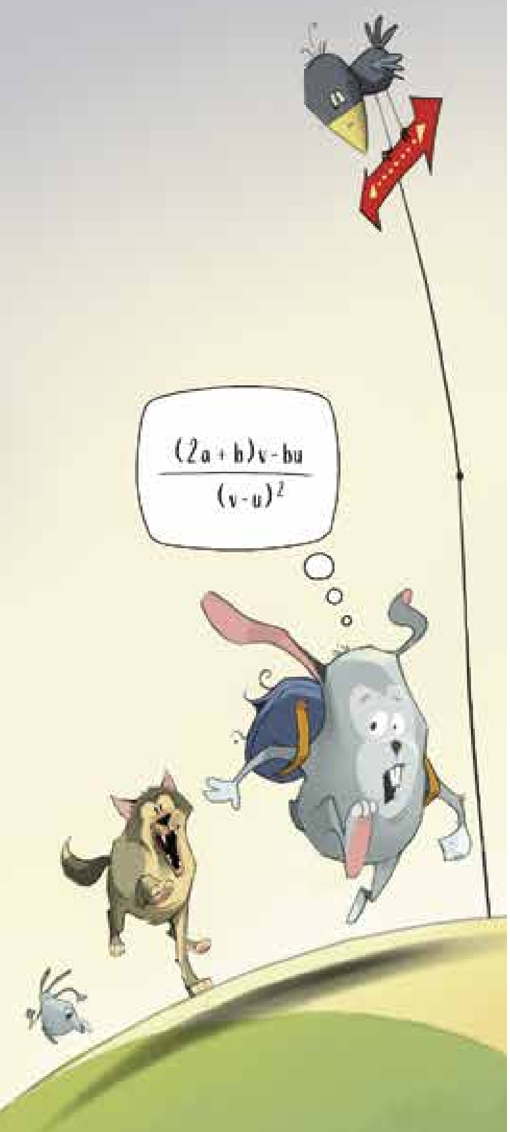
СОЛНЦЕ:
Масса $2 \cdot 10^{30}$ кг;
диаметр 1 400 000 км;
температура поверхности 6000 К.
Расстояние
от Солнца до нас 1 а.е. =
150 млн км = 8 световых минут

Игорь Акулич

ЗА ДВУМЯ ЗАЙЦАМИ

В 2013 году на XXXVI турнире имени М. В. Ломоносова была предложена задача:

На прямой линии находятся два зайца и между ними – волк: к одному зайцу он ближе, чем к другому. Животные могут бегать только вдоль этой линии с постоянными скоростями. Скорости зайцев одинаковы и меньше, чем у волка. Зайцы убегают в разные стороны, а волк хочет поймать их, пробежав за всё время охоты как можно меньшее расстояние. Какого зайца и почему волку следует поймать в первую очередь – ближайшего или другого?



Автор задачи советует сначала угадать ответ. Например, так. Рассмотрим «вырожденный» случай – когда зайцы неподвижны (их скорости нулевые). Если расстояния от волка до первого и второго зайцев равны a и b (где $a < b$), то при погоне сначала за первым зайцем, а потом за вторым, волк пробежит расстояние $2a + b$, а если наоборот – то $a + 2b$. Первое, конечно, меньше.

А что в общем случае? Пусть первый заяц был ближе. Выпустим из точки, где волк находился изначально, сразу двух волков в разные стороны! Первый волк добежит до первого зайца быстрее, чем второй – до второго. Значит, когда волки побегут обратно и встретятся, их точка встречи будет ближе ко второму зайцу. Тогда первый волк добежит до второго зайца быстрее, чем второй – до первого.

А теперь давайте чуть изменим условие. Пусть *первоначальные расстояния от волка до зайцев равны, но зайцы разбегаются с* ***разными*** *скоростями (разумеется, меньшими, чем скорость волка). Какого зайца волку надо преследовать в первую очередь – более быстрого или того, кто помедленней?*

Попробуйте угадать ответ, а потом обоснуйте его.

Наконец, для самых решительных: *Пусть различны и первоначальные расстояния от волка до зайцев, и их скорости. При каких соотношениях между этими четырьмя параметрами волку выгодней сначала ловить первого зайца, а потом второго?*

Ответы в следующем номере

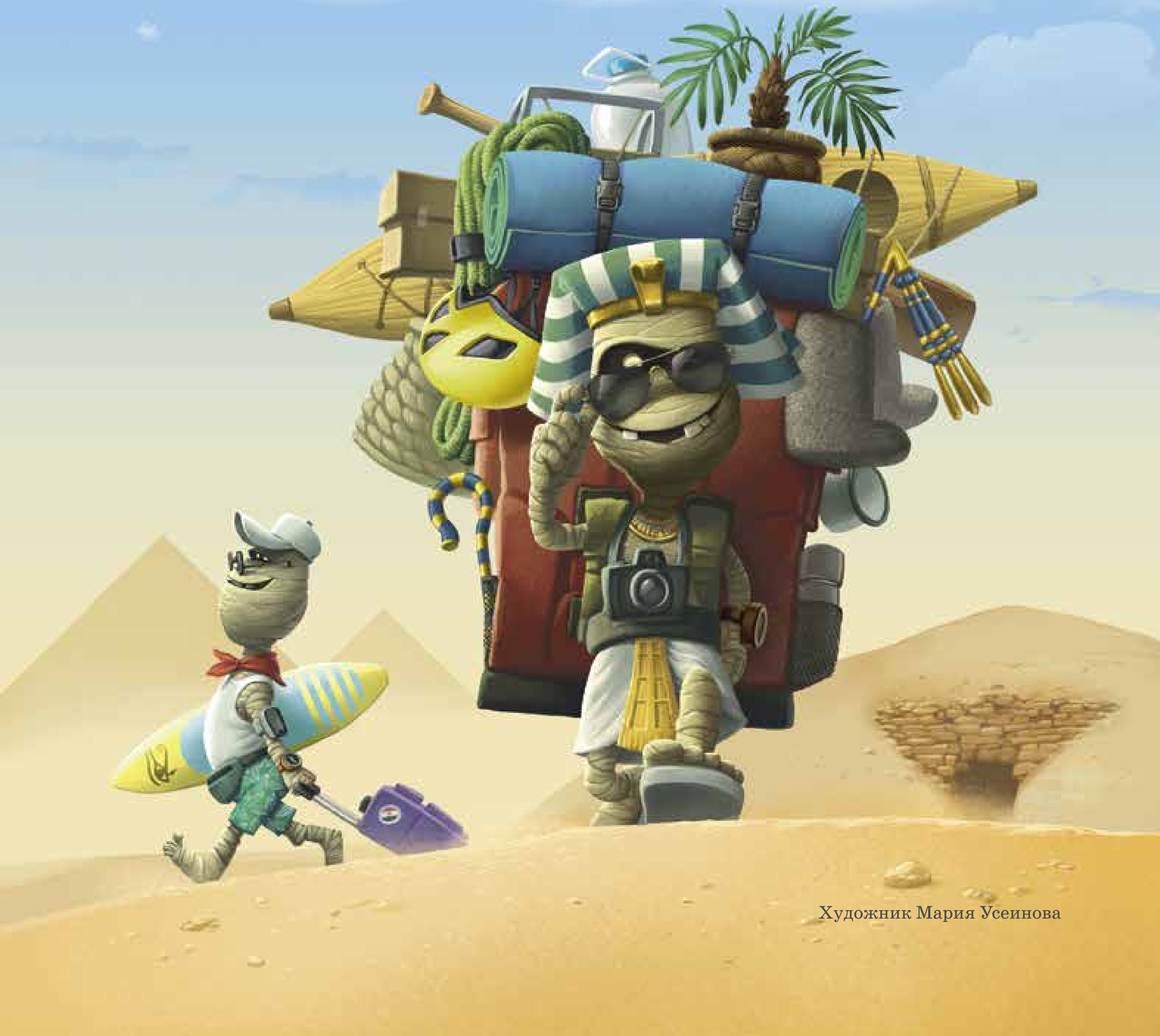
Художник Алексей Вайнер

ПУТЕШЕСТВИЕ ИЗ КАИРА

Два путешественника отправились в путь из Каира. Один прошёл 4000 км на восток, потом 3000 км на север; другой – сначала 3000 км на север, потом 4000 км на восток. Кто из них оказался дальше от места старта? Кто оказался восточнее? А кто – севернее? Изменится ли ответ, если они начнут путешествие из Санкт-Петербурга? А если из Рио-де-Жанейро? (Возможно, конечно, что им придётся на чём-нибудь плыть.)

Автор Валерия Сирота

Ответы в следующем номере



Художник Мария Усеинова

ВЕЛИКИЕ УМЫ

АЛЬФРЕД ЛОТАР ВЕГЕНЕР

Марина Молчанова

Альфред Лотар Вегенер
(Alfred Lothar Wegener)
1880 – 1930

Жизнь Вегенера, автора теории дрейфа континентов, похожа на сюжет приключенческого романа. Не плутовского, как жизнь Румфорда, о котором мы рассказывали в одном из недавних номеров «Квантика», а героического, вроде «Двух капитанов» Каверина. Вечные льды, человеческое упорство, энергия, самопожертвование, трагедия, память.

Однако судьба идей Вегенера оказалась не менее удивительной, чем судьба их автора. Отвергнутые и осмеянные при жизни учёного, они стали общепринятыми через десятки лет после его гибели. А современные знания позволили вписать их в целостную картину процессов, происходящих в земной коре. Теперь мы знаем не только что материки движутся друг относительно друга, не только куда они движутся, но и как, с какой скоростью и почему это происходит.

Так что рассказ о Вегенере мы разобьём на две части. Жизнь самого учёного – и жизнь его теории.

***

Альфред Лотар Вегенер родился 1 ноября 1880 года в Берлине. Блестяще окончив гимназию, он выбрал своей специализацией астрономию (по которой защитил диссертацию) и метеорологию – науку о погоде. В ту пору метеоролог мог найти себе работу, связанную с многочисленными опасностями и приключениями. Например, Альфред Вегенер вместе со старшим братом Куртом, также метеорологом, летали на воздушных шарах, чтобы следить за перемещением воздушных масс – и однажды, отчасти неожиданно для самих себя, установили рекорд длительности непрерывного полёта на воздушном шаре: 52 с половиной часа!

Но в том же 1906 году, когда был установлен этот рекорд, в жизни Вегенера произошло куда более важное событие: вместе с датской научной экспедицией он впервые посетил Гренландию.

Крайний Север – место, прямо скажем, не для всех. Ледяные просторы, никакой жизни вокруг,

Памятная доска
на здании школы в Берлине,
в которой учился Вегенер.
Фото: OTFW, Wikimedia

постоянная опасность и холод – холод, к которому нельзя привыкнуть. И тем не менее есть люди, которые находят именно в этих краях главный интерес и смысл.

Во время своей первой гренландской экспедиции Вегенер вместе с другими исследователями изучал северо-восточное побережье острова: там ещё оставались полностью неизведанные места. С его участием были нанесены на карту участки побережья, была воздвигнута маленькая метеостанция Данмарксхавн – она и сейчас существует. И там же Вегенер впервые столкнулся с тем, как Север забирает жизни: во льдах погибли три участника экспедиции, включая её руководителя Мюлиус-Эриксена.

Вегенер вернулся. Читал лекции по метеорологии и астрономии в университете Марбурга. Написал книгу «Термодинамика атмосферы», в которую включил многие из гренландских наблюдений. И… опять поехал в Гренландию.

Каждая следующая гренландская экспедиция с участием Вегенера была сложнее и экстремальнее предыдущей. В 1912–13 годах группа, которую вёл датский капитан Йохан Петер Кох, столкнулась с тяжелейшими трудностями. Вегенер сильно ушиб спину, Кох сломал ногу на леднике. Тем не менее команда перезимовала и летом 1913 года отправилась с восточного к западному побережью Гренландии. Уже в конце маршрута, совсем немного не дотянув до ближайшего населённого пункта, члены экспедиции оказались совсем без сил и без пищи – и только случайная встреча с местным жителем позволила им выбраться живыми.

Вегенер снова вернулся. Женился на дочери одного из своих старших коллег, метеоролога Кёппена. Поселился с молодой женой Эльзой в Марбурге. Но и тут спокойной жизни не получилось: началась Первая мировая война.

Деваться было некуда: Вегенера немедленно призвали на фронт. После двух серьёзных ранений отпу-

Данмарксхавн сегодня. Гренландское лето. Фото: Andreas Faessler, Wikimedia

Гренландские экспедиции Вегенера

Авраам Ортелий

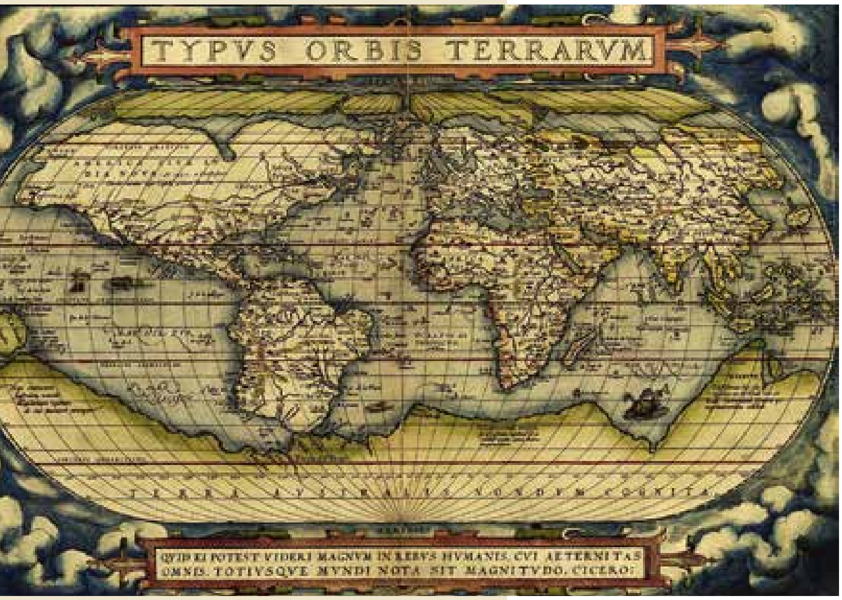
стили лечиться, а затем перевели из боевых частей в военную метеослужбу. Именно тогда он смог закончить первую версию своей главной книги – «Происхождение континентов и океанов» (1915).

* * *

Идея, что материки на Земле движутся друг относительно друга, была не впервые высказана Вегенером в этой книге. Ещё в 1912 году, до своей второй гренландской экспедиции, он сделал доклад на эту тему перед Немецким географическим обществом. Затем его изыскания были опубликованы в научном журнале. И уже потом собраны в книгу, которая впоследствии не раз дополнялась и переиздавалась.

В принципе, сама мысль о том, что континенты могут сходиться и расходиться, была и вовсе не новой. Каждому, кто смотрел на карту полушарий или на глобус, наверняка приходило в голову, что контур западного побережья Африки отлично совмещается с контуром восточного побережья Южной Америки – как два куска одного пазла. И уже в конце XVI века фламандский картограф Авраам Ортелий (1527–1598) предполагал, что обе Америки «были оторваны от Европы и Африки... землетрясениями и наводнениями» – достаточно посмотреть на карту и внимательно изучить береговые линии.

Карта мира Ортелия



Позднее мысль о том, что положение материков и океанов друг относительно друга постепенно меняется с течением времени, возникала в трудах разных авторов. Но никто из них не мог описать и объяснить движение континентов. Некоторые идеи были ближе к мистике, чем к науке, – скажем, что расхождение континентов произошло в результате огромной геологической катастрофы, которая описана ещё в Ветхом Завете как Всемирный потоп. Была даже теория, согласно которой Луна когда-то составляла одно целое с Землёй, а потом оторвалась от неё, и вот тогда-то и произошли огромные сдвиги земной коры...[1]

Заслуга Вегенера состояла в том, что он не просто совместил береговые линии континентов между собой, а собрал и привёл многочисленные аргументы (мы их подробнее рассмотрим во второй части этой статьи). Сходство геологического строения, общность ископаемой флоры и фауны, данные об изменениях климата на разных континентах в разные эпохи – всё говорило о том, что когда-то материки располагались совсем не там, где сейчас, что они были собраны в единый сверхконтинент, а затем постепенно разошлись.

Однако, несмотря на множество собранных фактов, идеи Вегенера не были приняты тогдашним научным сообществом. Особенно громкая критика зазвучала, когда «Происхождение континентов и океанов» было переведено на английский язык и стало известно в Британии и США. Почти все авторитетные специалисты тех времён склонялись к тому, что положения материков остаются фиксированными – эта концепция так и называлась фиксизмом. И построения Вегенера не могли поколебать её хотя бы потому, что в них был очень существенный дефект: не было никакой убедительной теории, которая могла бы объяснить, почему и за счёт каких сил материки могут двигаться.

Другая проблема состояла в том, что Вегенер неверно оценил скорость отно-

Вегенер во время второй гренландской экспедиции (1912–1913)

[1] Вопрос о происхождении Луны потрясающе интересен, но полностью выходит за рамки этой статьи! В любом случае теория отрыва Луны от Земли не согласуется с современными научными данными.

АЛЬФРЕД ЛОТАР ВЕГЕНЕР

Работа на Айсмитте

сительного движения материков – ошибся даже не в несколько раз, а на несколько порядков: не около сантиметра в год, а несколько метров в год. Ну и то, что он был вообще-то не геофизиком, а метеорологом, то есть чужаком и дилетантом для геологов, тоже сыграло немалую роль.

О деталях теории Вегенера и о её дальнейшей судьбе мы, как уже говорилось, расскажем позже. А пока – Вегенер не отступал и продолжал работу. Переехал в Гамбург, занимался изучением климата далёких эпох, затем получил кафедру в Граце – это наконец-то было устойчивое положение и верный кусок хлеба. По-прежнему проводил метеорологические изыскания. В очередной раз переиздал «Происхождение континентов и океанов». Но его все ещё звала Гренландия.

Вглубь ледника

***

Участники новой экспедиции (1930), которой на этот раз руководил уже сам Вегенер, должны были установить в глубине Гренландии постоянно действующие станции для измерения толщины льда и наблюдений за погодой. Но с самого начала всё пошло не так: из-за поздней оттепели высадка на западном побережье острова произошла на шесть недель позже запланированного. К тому же сани с мотором, на которые было много надежд, оказались неподходящими для местных условий.

Мотосани

Двух зимовщиков, метеоролога и гляциолога (специалиста по льдам) всё же удалось забросить в центр Гренландии, где и была установлена база Айсмитте – «середина льдов» по-немецки. А вот снабдить эту базу достаточными припасами не успели. И в сентябре Вегенер с помощниками на собачьих упряжках выехал с побережья на Айсмитте, чтобы подвезти учёным всё необходимое: керосин, приборы, рацию. Погода была уже суровой: лето в Арктике кончается быстро.

Поездка проходила в очень тяжёлых условиях, туман и снегопады сменялись ветром и морозом. Почти все участники вернулись на побережье, и только сам Вегенер, метеоролог Лёве и молодой эскимос (инуит) Расмус Виллумсен продолжали путь. Бóльшую часть груза пришлось оставить. Собаки выбились из сил. Но всё же три путника достигли Айсмитте.

Там всё оказалось не так плохо, как ожидалось, но что было делать приехавшим? Тоже зимовать? Но на пять человек продуктов не хватит. Лёве остался на базе: он был сильно обморожен. А Вегенер с Виллумсеном пустились в обратный путь. Это было 2 ноября, на следующий день после пятидесятилетия Вегенера.

До побережья они не добрались.

***

Только через полгода, когда вновь наступил тёплый сезон (насколько тёплым он может быть в Гренландии...), к зимовщикам на Айсмитте пробились их товарищи с побережья. Начались поиски пропавших. И через некоторое время полярники увидели две лыжи, воткнутые в снег, и между ними лыжную палку. Раскопав снег под лыжами, они нашли тело Вегенера. Его бережно похоронил Расмус Виллумсен. Самого Расмуса обнаружить не удалось – ни живым, ни мёртвым. Скорее всего, он сбился с пути и где-то погиб.

Тело Вегенера так и осталось лежать в гренландских снегах. На этом месте был установлен памятный знак. На этом заканчивается история смелого и упорного человека – но история торжества его идей тогда ещё даже не началась.

Окончание следует

Вегенер и Виллумсен

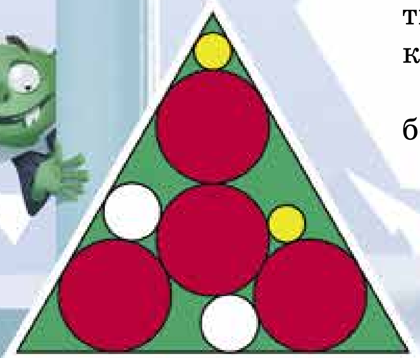
Могила Вегенера

Декоративная ёлочка

Декоративная новогодняя ёлочка в форме правильного треугольника украшена красными, жёлтыми и белыми «шарами» (шары одного цвета – это круги одинакового размера).

Задача. Во сколько раз радиус красного шара больше радиуса а) жёлтого; б) белого?

Автор Михаил Евдокимов



Художник Мария Усеинова

Снежинка – 2022

Задача. Поместите в окошке три снежинки так, чтобы они создали симметричный узор.

Распечатать детали головоломки можно по ссылке kvan.tk/sneg

Автор Владимир Красноухов

Материал подготовил
Сергей Маркелов

НЕ РАЗРЕЖЬ ЦЕНТР

Можно ли разделить правильный N-угольник на несколько равных частей так, чтобы центр лежал строго внутри одной из частей (не на границе)?

Нетрудно привести примеры для $N=3$ и 4 (рисунки 1 и 2).

Для остальных N вопрос был открыт. Недавно Петер Мюллер (Peter Müller) привёл пример для $N=6$. На рисунке 3 правильный шестиугольник разделён на 108 равных трапеций так, что центр лежит строго внутри одной из них. Может, вам удастся придумать разрезание с меньшим числом частей?

Для остальных N вопрос остаётся открытым.

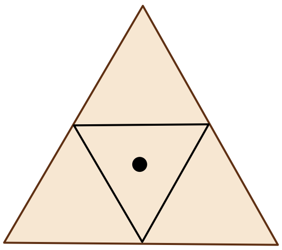


Рис. 1

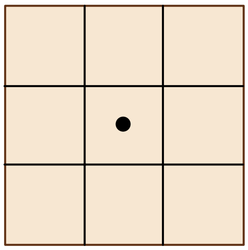


Рис. 2

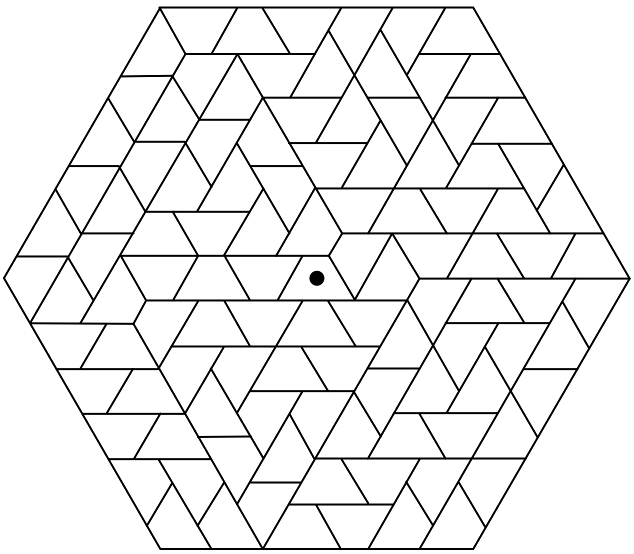


Рис. 3

Художник Алексей Вайнер

СУММЫ ТРЁХ КУБОВ

Недавно в «Квантике» обсуждалось[1], какие числа можно представить в виде суммы двух квадратов целых чисел. А какие числа можно представить в виде суммы трёх кубов целых чисел?

Скажем, числа 1, 2 и 3 можно записать в виде суммы трёх кубов, используя лишь единицы и нули, числа 6, 7, 8, 9 и 10 можно записать, используя кубы чисел 2, 1, –1 и 0 (например, $6 = 2^3 + (-1)^3 + (-1)^3$), $11 = 3^3 - 2^3 - 2^3$, а вот попытки разложить на сумму трёх кубов числа 4 и 5 к успеху не приводят.

Оказывается, дело вот в чём. Кубы дают остатки 0, 1 или 8 при делении на 9 (это легко проверить, возведя в куб числа от 0 до 8). Поэтому числа, которые дают остаток 4 или 5 при делении на 9, в виде суммы трёх кубов непредставимы. Про все остальные целые числа есть гипотеза: они представимы в виде суммы трёх кубов целых чисел (не обязательно положительных!). Но доказать гипотезу пока не удаётся.

Например, для числа 33 такое представление нашли только в 2019 году (Эндрю Букер):

$$33 = 8866128975287528^3 + (-8778405442862239)^3 + \\ + (-2736111468807040)^3,$$

а для числа 42 – в 2020-м (Эндрю Букер, Эндрю Сазерленд):

$$42 = (-80538738812075974)^3 + 80435758145817515^3 + \\ + 12602123297335631^3.$$

В обоих случаях использовался компьютерный перебор – но, конечно, не всех чисел подряд (возникающие числа слишком велики!): использовались разные соображения из теории чисел. На этом вопрос про представимость чисел от 1 до 100 полностью исследован, но как решать общую задачу – всё ещё непонятно.

Ожидается даже, что каждое число, представимое в виде суммы трёх кубов, представимо бесконечным числом способов. Например,

$$2 = (1 + 6t^3)^3 + (1 - 6t^3)^3 + (-6t^2)^3$$

для любого целого t. Но уже для числа 3 неизвестно, конечно или бесконечно число представлений.

[1] Г. Мерзон. Косые квадраты: от Пифагора до Ферма («Квантик» №7 за 2021 год).

Интересно, что в виде суммы трёх кубов *рациональных* чисел представляется уже любое рациональное число – есть даже явная формула:

$$N=\left(\frac{27N^3-1}{27N^2+9N+3}\right)^3+\left(\frac{-27N^3+9N+1}{27N^2+9N+3}\right)^3+\left(\frac{27N^2+9N}{27N^2+9N+3}\right)^3.$$

Более того, есть явная формула даже для бесконечного числа представлений данного числа N:

$$\left(\frac{27N^3-t^9}{27N^2t^2+9Nt^5+3t^8}\right)^3+\left(\frac{-27N^3+9Nt^6+t^9}{27N^2t^2+9Nt^5+3t^8}\right)^3+\left(\frac{27N^2t^3+9Nt^6}{27N^2t^2+9Nt^5+3t^8}\right)^3$$

(предыдущая формула получается при $t=1$).

Здесь явный контраст с задачей про сумму двух квадратов, где переход к рациональным числам ничего не меняет: если целое число является суммой двух рациональных квадратов, то оно является и суммой двух целых квадратов.

Задачи

1. Найдите представление числа 3 в виде суммы трех кубов, отличное от очевидного $1^3+1^3+1^3$.

2. Выясните, какие остатки по модулю 8 может давать сумма трёх квадратов. Убедитесь, что целых положительных чисел, не представимых в виде суммы трёх квадратов, бесконечно много.

3. Хорошо известно, что у уравнения $x^3+y^3=z^3$ нет решений в целых положительных числах (это частный случай Великой теоремы Ферма, доказанный ещё Эйлером). А существуют ли такие целые положительные x, y, z, что равенство $x^3+y^3=z^3$ выполняется с погрешностью не более 0,01% от величины числа z?

4. (*XXXI Турнир городов, Михаил Мурашкин*) Существуют ли такие натуральные числа a, b, c, d, что $a^3+b^3+c^3+d^3=100^{100}$?

5. (*XXXV Турнир городов, Bong-Gyun Koh*) Каждое ли целое число можно записать как сумму кубов нескольких целых чисел, среди которых нет одинаковых?

Ответы в следующем номере

Художник Мария Усеинова

Марина Анатоль

ВИКИНЫ ЗАКАВЫКИ

ТРИСТАПАРК

Моей внучке Вике родители иногда разрешают ночевать у меня, чему я очень рада. Перед сном мы любим поболтать о том и о сём. Эту нашу болтовню я записываю на диктофон, а потом даю прослушать запись её родителям, чтобы они мне разъяснили, что к чему. Не потому записываю, что не доверяю Вике, а потому, что часто плохо её понимаю. Она любит коверкать слова, да ещё и нафантазировать может.

Вот пример нашей болтовни на сон грядущий.

– Ну рассказывай, Викуля, как прошёл сегодняшний день?

– Как ты смешно спросила, бабушка! День никуда не ходил, это мы с мамой ходили в Тристапарк. А сначала ехали на одном поезде, потом на другом, а потом поднимались по одной крутой лестнице, потом по другой.

– Ого! Целое путешествие. И что же там такого интересного ты увидела?

– Много-много уток. Их даже больше, чем триста, наверное. Я не смогла сосчитать. А ведь я теперь умею считать даже лимоны.

– Миллионы, ты хочешь сказать.

– Ну да. По правде, смотреть на них мне было не очень интересно, и мама сказала, что можно ещё на кого-то посмотреть, и я могу его попугать. А что такого во мне страшного?

– Нет-нет, дружок, ты очень милая и миролюбивая девочка. Странно, что мама так сказала...

– И там ещё был голубь. А потом мы видели Гаврилку, он ел банан, а рядом чистила апельсин, – тут Вика сладко зевнула, – Ма-а-а-а-ка, – и мирно засопела.

Я же осталась сидеть совершенно обескураженная.

– Живём мы в пригороде, место замечательное – лес, водохранилище, стадион, теннисный корт, бассейн. Это же уму непостижимо! – думала я. – Тащить ребёнка на двух поездах, карабкаться по крутым лестницам, чтобы смотреть на уток и голубей, которых у нас на водохранилище полным-полно. Вынудить девочку пугать кого-то, да ещё и встретить соседских ребят, Гаврюшу с Машей, с которыми видимся ежедневно! Нет, это правильно, что я включила диктофон. Завтра выясню у Светы: Викины это фантазии или непростительное легкомыслие её мамы Светы.

А вы как думаете, ребята?

Ответ в следующем номере

Художник Ольга Демидова

XLIV ТУРНИР имени М.В. ЛОМОНОСОВА
ИЗБРАННЫЕ ЗАДАЧИ

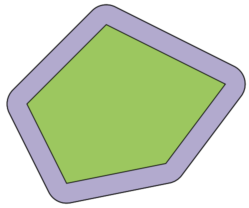
В октябре 2021 года прошёл очередной Турнир Ломоносова – ежегодная олимпиада с заданиями на очень разные темы, от математики и физики до истории и лингвистики. Можно было поучаствовать сразу в нескольких конкурсах, распределив время. Приводим некоторые задачи этого турнира

Математика

1 (6–7). Вставьте вместо каждой звёздочки цифру так, чтобы произведение трёх десятичных дробей равнялось натуральному числу. Использовать ноль нельзя, зато остальные цифры могут повторяться.

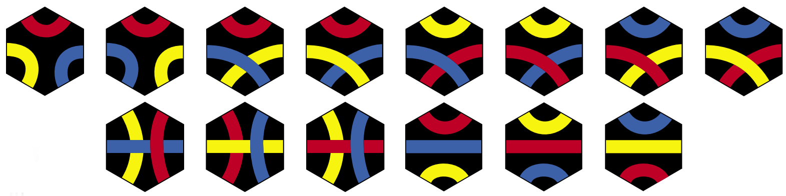
$$*,* \cdot *,* \cdot *,* = *$$

2 (9–10). Никита нарисовал и закрасил выпуклый пятиугольник с периметром 20 и площадью 21. Таня закрасила все точки, находящиеся на расстоянии не более 1 от закрашенных Никитой (см. рисунок).

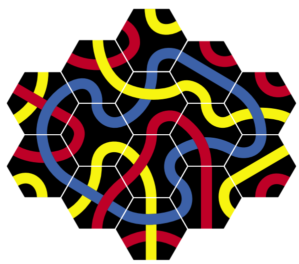


На сколько увеличилась закрашенная площадь? Ответ округлите до сотых.

3 (10–11). В игре «Тантрикс» с тремя цветами возможны фишки 14 типов:



Каждую из них можно поворачивать, но нельзя переворачивать: именно поэтому первые две фишки разные – их нельзя получить друг из друга поворотом. Их разрешается прикладывать друг к другу так, чтобы линии одного цвета были продолжениями друг друга. У Саши было по одной фишке каждого типа, и он мог выложить их так, чтобы все синие линии образовывали «петлю», и при этом чтобы в картинке не было «дырок» (см. рисунок справа).



Саша потерял фишку . Докажите, что теперь

он не сможет выложить оставшиеся 13 фишек так, чтобы в картинке не было «дырок», а все синие линии образовывали петлю.

Лингвистика

Лингвистические корпуса — это большие собрания текстов. По ним можно искать примеры употребления тех или иных слов и выражений, а можно обнаруживать статистические закономерности в употреблении языка. Ниже указано, сколько раз 18 словосочетаний с названиями цветов встречаются в корпусе текстов на американском английском языке с 1990 по 2009 год (суммарная длина этих текстов — около 400 млн слов):

black and blue	257	blue and black	68
black and red	125	red and black	251
black and white	4541	white and black	525
blue and green	206	green and blue	194
blue and pink	43	pink and blue	95
blue and red	174	red and blue	437
green and pink	28	pink and green	65
green and white	184	white and green	92
pink and red	62	red and pink	40

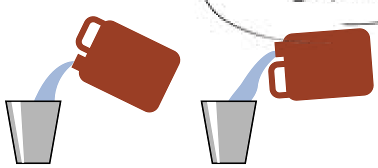
Словарь: and – ‘и’; black – ‘чёрный’; blue – ‘синий, голубой’; green – ‘зелёный’; pink – ‘розовый’; red – ‘красный’; white – ‘белый’.

Для каждой пары выберите, какое словосочетание встречается в тех же текстах чаще другого.

black and pink ~ pink and black
blue and white ~ white and blue
green and red ~ red and green
pink and white ~ white and pink
red and white ~ white and red

Физика

1 (5–7). Почему, когда выливаешь воду из канистры как показано на рисунке *а*, вода выливается рывками и булькает, а если выливать её как показано

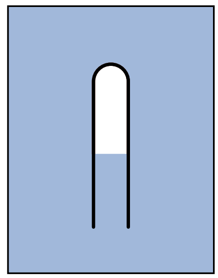


а *б*

на рисунке *б*, то вода выливается «спокойно», ровной струёй?

2 (5 – 8). Почему первый снег оставляет на железной крыше рисунок, повторяющий рисунок стропил (балок, поддерживающих крышу снизу)?

3 (5 – 8). Опустим в сосуд с водой перевёрнутую вверх дном пробирку – так, чтобы в ней остался воздух (см. рисунок). Если правильно подобрать количество воздуха, пробирка сможет на некоторой глубине плавать, не всплывая и не опускаясь.



Будет ли её равновесие устойчивым или неустойчивым? Другими словами, если она чуть-чуть сместится вверх или вниз, она вернётся в начальное положение или начнёт ещё дальше от него удаляться, пока не всплывёт на поверхность или не опустится на дно сосуда?

Астрономия и науки о Земле

Этот турнир посвящён памяти Николая Николаевича Константинова, выдающегося математика и преподавателя. Он придумал и организовал Турнир имени М. В. Ломоносова.

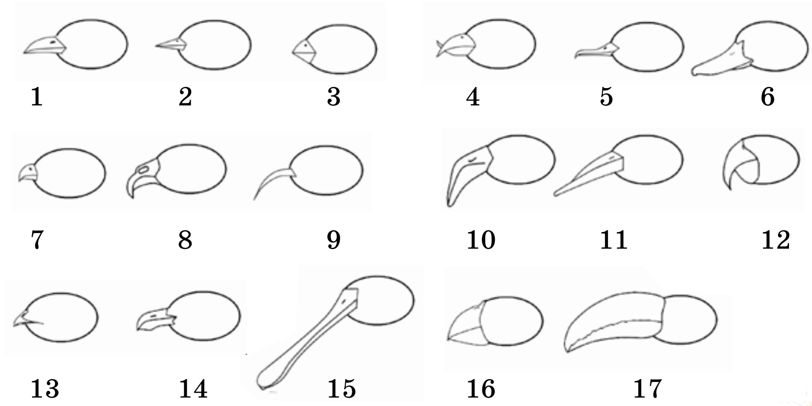
В первом сохранившемся задании Турнира Ломоносова речь шла о разнице юлианского и григорианского календарей и причинах перехода с юлианского на григорианский. Со временем всё меняется, и примерно через 10 000 лет григорианский календарь перестанет быть точным.

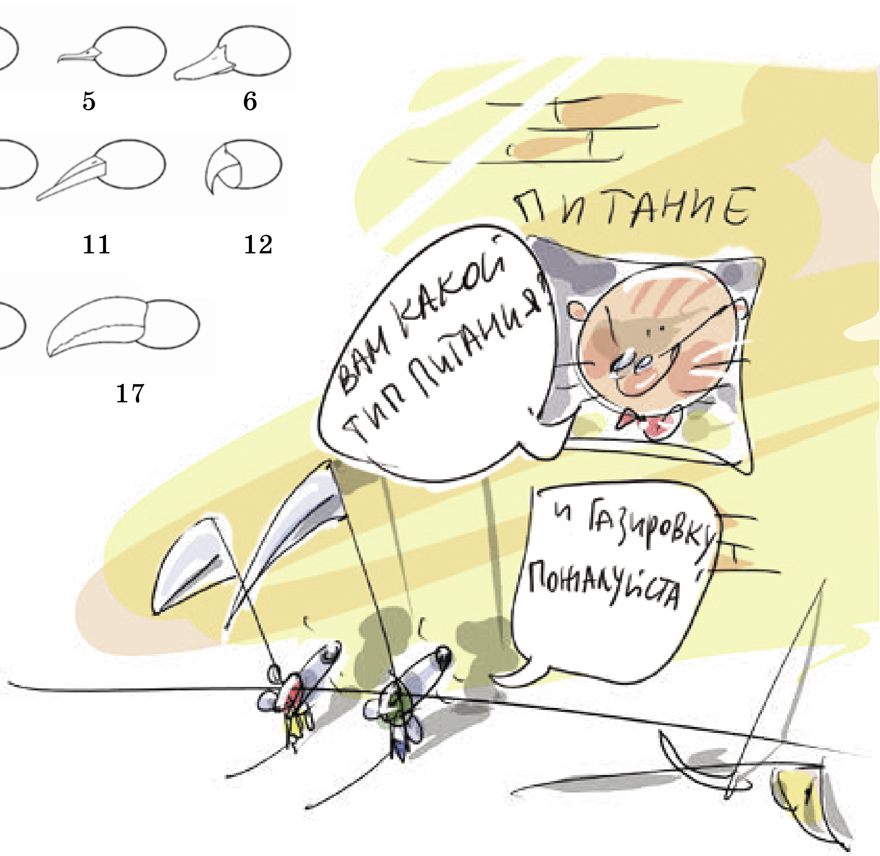
Как вы думаете, настанет ли когда-нибудь такое время, что юлианский календарь будет более точным и нужно будет переходить обратно?

Аргументируйте своё мнение.

Биология

1. Разнообразие клювов птиц принято связывать с приспособлением к определённому типу пищи. Подумайте, чем могут питаться птицы, чьи клювы изображены на рисунках. Выберите соответствующее питание из списка ниже.





Типы питания:

- Зерноядная (питается семенами)
- Фруктоядная
- Насекомоядная
- Хищник
- Рыбоядная
- Падальщик
- Фильтратор
- Питается нектаром
- Питается шишками
- Всеядная

2. Есть растения, которые вы почти всегда встречаете в определённом сообществе: в лесу, на лугу, на болоте и т.п. А другие встречаются на обочинах дорог, заросших полях и в поселениях человека. Как вы думаете, какими биологическими особенностями (морфологическими, физиологическими, экологическими и др.) должны обладать растения второй группы?

История

Один семиклассник перевёл своё имя на греческий: получилось Пантократор. Но найти своего тёзку в Германии мальчик не смог. Помогите ему!

Запишите его русское имя.

Запишите его немецкий перевод.

Какого вероисповедания был его тёзка?

Чем он прославился в начале средних веков?

Художник Сергей Чуб

КОНКУРС ПО РУССКОМУ ЯЗЫКУ

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

ПОЗДРАВЛЯЕМ ПОБЕДИТЕЛЕЙ! ИМИ СТАЛИ:

Еремеева Софья	Петрозаводск	Державинский лицей	11 кл.
Лапшова Зоя	Омск	МОЦРО 117	6 кл.
Пискунов Дмитрий	Гусь-Хрустальный	школа № 2	9 кл.
Стёпин Михаил	Москва	школа № 548	6 кл.
Фильцова Вероника	Москва	гимназия МГУ	8 кл.
Фильцова Надежда	Москва	школа «Летово»	10 кл.
Юлов Василий	Санкт-Петербург	лицей № 150	8 кл.

ПОЗДРАВЛЯЕМ ПРИЗЁРОВ! ИМИ СТАЛИ:

Амбарцумова Тамара	Королёв	школа № 1	5 кл.
Виденичева Марьяна	Санкт-Петербург	школа № 137	6 кл.
Зизевских Всеволод	Липецк	семейное обучение	8 кл.
Койновы Максим и Михаил	Химки	школа № 27	6 кл.
Линиченко Дарья	Москва	школа № 1543	10 кл.
Логоткин Александр	Москва	школа «Олимп-Плюс»	8 кл.
Логоткин Иван	Москва	школа «Олимп-Плюс»	6 кл.
Лукьянов Кирилл	Ростов-на-Дону	школа № 53	5 кл.
Лыкова Ольга	Самара	Самарский медико-технический лицей	6 кл.
Саркисян Диана	Москва	школа № 1454	5 кл.
Советкин Глеб	Москва	лицей № 1535	8 кл.
Сухих Эдуард	Сочи	школа № 78	10 кл.
Хорошева Ксения	Москва	школа № 1551	10 кл.

СПЕЦИАЛЬНОЙ ПРЕМИЕЙ ЗА ЛУЧШЕЕ РЕШЕНИЕ ЗАДАЧ II ТУРА НАГРАЖДАЕТСЯ

Фильцова Надежда	Москва	школа «Летово»	10 кл.

СПЕЦИАЛЬНОЙ ПРЕМИЕЙ ЗА ЛУЧШЕЕ РЕШЕНИЕ ЗАДАЧ III ТУРА НАГРАЖДАЮТСЯ

Агафонов Тимур	Чита	Забайкальский краевой лицей-интернат	5 кл.
Юлов Василий	Санкт-Петербург	лицей № 150	8 кл.

СПЕЦИАЛЬНОЙ ПРЕМИЕЙ ЗА ЛУЧШЕЕ РЕШЕНИЕ ЗАДАЧ IV ТУРА НАГРАЖДАЕТСЯ

Ильиных Екатерина	Челябинск	лицей № 11	5 кл.

ПООЩРИТЕЛЬНОЙ ПРЕМИЕЙ НАГРАЖДАЕТСЯ

Богданова Ксения	Москва	школа № 1583	3 кл.

БЛАГОДАРИМ ВСЕХ УЧАСТНИКОВ КОНКУРСА!

Мы начинаем конкурс 2022 года! Теперь он состоит из 6 туров; задания будут опубликованы в №№ 1, 3, 5, 7, 9 и 11. Приглашаются все желающие. Победителей ждут призы. Для победы вовсе не обязательно решить всё – присылайте то, что получится. За лучшее решение отдельных туров предусмотрены специальные премии. Желаем успеха!

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

Предлагайте задачи собственного сочинения – лучшие мы опубликуем. Так, автор задачи 5 – шестиклассник Севастьян Ушаков.

КОНКУРС ПО РУССКОМУ ЯЗЫКУ I ТУР

1. …Семья готовит домашний спектакль. «Кого назначим на главную роль?» – спросил папа.

– «МЯУ, ГАВ!» – крикнул Вовочка.

…Марь Иванна склонилась над журналом, выбирая, кто пойдёт к доске.

«МЯУ ГАВ…», – прошептал Вовочка.

Какие слова мы заменили на МЯУ и ГАВ?

Я. С. Елисеева

2. Только в одном случае можно просто добавить «на». На сколько тогда уменьшится исходная величина?

(Кратко поясните свой ответ.)

И. Б. Иткин

3. Поменяв местами две первые буквы в Глаголе 1, мы получаем Глагол 2 и тем самым переходим от создания оригинального произведения к подражанию. Напишите Глагол 1 и Глагол 2 в правильном порядке.

О. А. Кузнецова

4. ***Г…здь*** и ***г…здь*** похожи: у них есть АЛЬФА. Найдите АЛЬФУ.

С. И. Переверзева

5. ЭТО точно есть у огурца, кабачка и свёклы, ЭТОГО точно нет у арбуза, дыни и капусты. Что ЭТО?

С. А. Ушаков

Художник Николай Крутиков

КОНКУРС ПО РУССКОМУ ЯЗЫКУ, IV тур («Квантик» № 10, 2021)

16. *Справедливый ИКС, жестокий самоИКС, пустые переИКСы.* Найдите *ИКС*.

ИКС – это ***суд***: *справедливый суд*, *жестокий самосуд* (беззаконная расправа с предполагаемым преступником), *пустые пересуды* (толки, сплетни о ком-либо).

17. *Когда происходит что-нибудь неожиданное, маленькая Ира произносит несколько слов, последнее из которых – «один». Так Ира запомнила распространённое восклицание. Что это за восклицание?*

При устном счёте слово *один* можно заменить словом *раз* (*Один, два, три… → Раз, два, три…*; см. «Квантик» № 10, 2013 г.), а маленькая Ира, наоборот, заменила *раз* на *один* в полюбившемся ей восклицании ***Вот те(бе и) раз!***

18. *Если в названии знаменитого романа к обоим существительным добавить уменьшительный суффикс, получится, что его герои – ШПАТЕЛЬ и ЛИЛИЯ. Какие слова мы заменили на ШПАТЕЛЬ и ЛИЛИЯ?*

Если в названии знаменитого романа Михаила Булгакова «Мастер и Маргарита» к обоим существительным добавить уменьшительный суффикс, получится «Мастерок и Маргаритка». Соответственно, словом ШПАТЕЛЬ мы заменили слово ***мастерок*** (то и другое – строительные инструменты), а словом ЛИЛИЯ – слово ***маргаритка*** (то и другое – цветы).

19. *Некоторые языки мира используют так называемое* консонантное *письмо – письмо, в котором обозначаются только согласные. Представим себе, что русский язык тоже перешёл на такое письмо, при этом никаких других изменений не произошло, то есть все слова пишутся так же, как обычно, но отсутствуют буквы А Е Ё И О У Ъ Ы Ь Э Ю Я, так что, например, фраза* Съешь пирожок! *записывается как* Сш пржк!

Приведите пример глагола I спряжения, у которого в такой системе записи различаются формы 3 лица единственного числа и 3 лица множественного числа настоящего времени.

Подходят глагол ***лгать*** (*ЛЖёТ ~ ЛГуТ*) и **глаголы на *-чь*: *печь*, *стричь*** и другие (*ПеЧёТ ~ ПеКуТ*, *СТРиЖёТ ~ СТРиГуТ* и так далее).

20. *То ли это промежуток времени, то ли призыв убрать что-нибудь с глаз долой. Напишите это.*

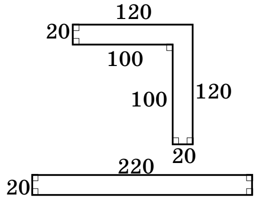
Это слово ***день***: оно может обозначать промежуток времени (*Прошёл **день***), а может – призыв убрать что-нибудь с глаз долой (*Дорогая, **день** уже куда-нибудь эти журналы мод: новый номер «Квантика» положить негде!*).

НАШ КОНКУРС, III тур («Квантик» № 11, 2021)

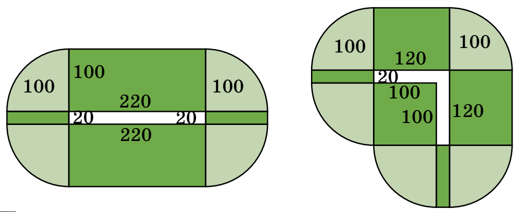
11. *Барон Мюнхгаузен утверждает, что записал дробь A/B, где A и B – различные натуральные числа, а потом вычеркнул какую-то цифру в числителе и какую-то – в знаменателе так, что получившаяся дробь стала равна дроби B/A. Могло ли такое быть?*

Ответ: Да, могло. Например, $14/28 \to 4/2$.

12. *Квантик и Ноутик выгуливают своих собак не далее чем в 100 м от своих домов (то есть в таких точках, расстояние от которых до ближайшей точки дома не превышает 100 м). Они живут в домах, формы и размеры которых указаны на рисунке. Дома расположены далеко друг от друга и от других домов, и вокруг них нет ничего, мешающего прогулке. У кого больше площадь территории, на которой он выгуливает свою собаку?*



Ответ: у того, кто живёт в прямоугольном доме. Площадь, на которой друзья выгуливают собак, можно разделить на прямоугольники, идущие вдоль стен домов, и четверти кругов радиуса 100 м с центрами в углах домов:

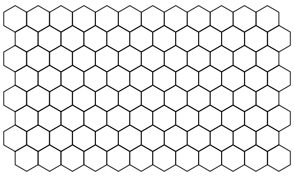


Для прямоугольного дома доступная для прогулки площадь складывается из $2\cdot(220+20)\cdot 100 = 48000$ м^2 прямоугольных площадей и площади полного круга радиуса 100 м, а для загнутого дома – из $(2\cdot(120+20)+100)\cdot 100 = 38\,000$ м^2 и 5/4 площади круга радиуса 100 м. Но четверть этого круга меньше квадрата 100×100 м, то есть, занимает меньше $10\,000$ м^2.

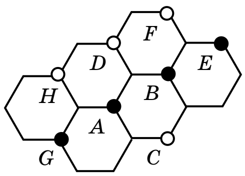
13. *В таблице 10×10 половина клеток красные, половина – синие. Назовём строку или столбец чистыми, если в них все клетки одного цвета. Какое наибольшее суммарное число чистых строк и столбцов может быть в такой таблице и почему?*

Ответ: 10. Пример для 10 чистых «линий»: раскрасим верхнюю половину таблицы в красный, а нижнюю в синий цвет, получим $5+5=10$ чистых строк. Пусть общее число чистых строк и столбцов может быть больше 10. Одних только столбцов, как и одних только строк, не более 10, поэтому есть хоть одна чистая строка и хоть один чистый столбец. Они пересекаются по одной клетке и окрашены в её цвет, откуда в каждой строке и каждом столбце представлен этот цвет. Значит, в таблице нет чистых линий другого цвета. Но чистых строк одного цвета, как и чистых столбцов, не более 5, иначе более 50 клеток будут одного цвета. Значит, чистых линий не более 10.

14. *На картинке вы видите часть большой решётки, составленной из шестиугольников, у которых все стороны равны и углы тоже. Все вершины шестиугольников раскрасили, каждую – в чёрный или белый цвет. Докажите, что найдутся три одноцветные вершины, образующие равносторонний треугольник.*



Предположим противное. Рассмотрим равносторонний треугольник ABC из трёх вершин шестиугольника решётки: в нём тогда ровно две вершины, скажем, A и B, одного цвета, пусть чёрного, а третья – белого. Пусть этот треугольник расположен как на картинке выше (этого можно добиться поворотом всей решётки). Тогда в треугольнике ABD вершина D белая, а в треугольнике DCE вершина E чёрная, в DCG – G чёрная, в BEF – F белая, в AGH – H белая. Но тогда треугольник FCH целиком белый, что противоречит предположению.



15. *Петя записывает 9-значные числа. На первое место (самое левое) он пишет любую цифру от 1 до 9, на второе место – от 1 до 8, на третье – от 1 до 7, ..., на девятое (самое правое) – цифру 1. Сколько чисел, делящихся на 7, может получить Петя?*

Ответ: 51 840. Всего Петя может выписать $9!=9\cdot8\cdot7\cdot6\cdot5\cdot4\cdot3\cdot2\cdot1$ разных чисел (для первой цифры есть 9 вариантов, для каждого из них есть 8 вариантов второй цифры и т.д.) Заметим, что вклад третьей слева цифры в остаток от деления числа на 7 равен ей самой (так как $1\,000\,000=1+7\cdot142857$). Разобьём возможные числа на наборы из 7 чисел, различающихся между собой третьей слева цифрой. В каждом наборе у чисел разные остатки от деления на 7, а значит, ровно одно из них делится на 7. Тогда подходит каждое седьмое число из возможных.

ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНАЯ ПЕТЛЯ

(«Квантик» № 12, 2021)

Вот примеры таких петель на фото.

Петля сделана для того, чтобы поезд мог плавно «набрать высоту». Рельеф не позволил сделать это по-другому. При сильном наклоне локомотив не вытянет за собой вагоны.

ДВЕ ЗВЕЗДЫ

1. В $10^3=1000$ раз.

2. $18/79^3=3{,}6\cdot10^{-5}$; $1{,}4\cdot3{,}6\cdot10^{-5}\approx5\cdot10^{-5}$ г/см$^3=$ $=50$ г/м^3. Плотность воздуха 1,3 кг/м^3 (можно посчитать, зная молярный объём и молярную массу, или оценить по давлению атмосферы).

Вещество Ригеля в 25 раз разреженнее воздуха! А Бетельгейзе?...

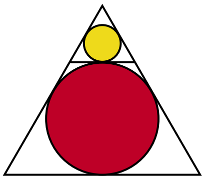
3. Собственные имена звёзд – древние, в основном арабские. Они есть только у звёзд, которые легко найти на небе. Греческая буква плюс название созвездия – такую систему обозначений ввёл в 1603 году немецкий астроном Байер. Обычно (но не всегда) альфа – самая яркая звезда созвездия, бета – следующая и т.д. (Ригель и Бетельгейзе – исключение, Байер неточно определял звёздные величины и их «перепутал».) Мю Цефея, хоть и огромная и с гигантской светимостью – далеко, и на небе это скромненькая звёздочка. А VY Большого Пса и вовсе видна только в бинокль. Для неё греческих букв не хватило! (То, что латинских букв две и они заглавные, означает, что звезда переменная.)

4. Температура поверхности как раз известна довольно точно – она же определяется по цвету звезды. Измеряют спектр (соотношение света разных «цветов», точнее – разных длин волн, приходящего от звезды). По тому, какого цвета больше всего, и определяют температуру.

5. $9{,}5^2/5\approx18$, что соответствует разнице звёздных величин $3{,}2^m$. Тогда звёздная величина мю Цефея – от $3{,}5^m$ до $4{,}5^m$. Вернее, ещё чуть больше – ведь она дальше, чем Бетельгейзе, и свет её сильнее поглощается межзвёздной средой.

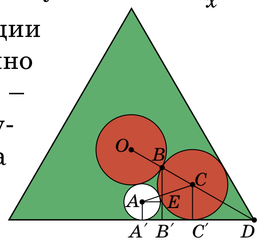
6. Диаметр вырос в $38:2=19$ раз, площадь поверхности – в $19^2\approx 360$ раз, яркость единицы площади поверхности упала в $3^4=81$ раз. Тогда светимость возросла в $360/81\approx 4{,}5$ раза. Правдоподобно: Сириус тусклее Альдебарана в 7,5 раз, но «молодой» Альдебаран в нашей модели был и горячее, и больше, а значит – ярче Сириуса.

ДЕКОРАТИВНАЯ ЁЛОЧКА



а) Проведём в верхнем углу «ёлочки» две горизонтальные касательные так, чтобы получились два равносторонних треугольника (один внутри другого). Пусть высота (она же медиана) большего треугольника равна h. Тогда радиус красной окружности равен $h/3$ (центр делит медиану в отношении 2 : 1, считая от вершины). Поэтому радиус жёлтой окружности равен $(h-2\cdot h/3)/3=h/9$. Итак, радиус красной окружности в 3 раза больше радиуса жёлтой.

б) Обозначим за 1 радиус красной окружности, а за x – радиус белой. Нам нужно найти $\frac{1}{x}$.



Пусть A', B' и C' – проекции точек A, B и C соответственно на основание «ёлочки», E – проекция A на BB' (см. рисунок). По теореме Пифагора для треугольника ABC:

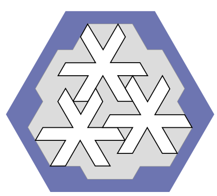
$AB^2=(x+1)^2-1^2=x^2+2x.$

AB перпендикулярно OD, поэтому треугольник AEB прямоугольный с углом $ABE=30°$. Значит, $BE=\frac{\sqrt{3}}{2}\cdot AB=\frac{\sqrt{3}}{2}\cdot\sqrt{x^2+2x}$. С другой стороны, $BE=BB'-EB'=\frac{3}{2}-x$. Получаем уравнение для x:

$$\frac{\sqrt{3}}{2}\cdot\sqrt{x^2+2x}=\frac{3}{2}-x.$$

Возводим в квадрат: $3(x^2+2x)=(3-2x)^2$. Раскрывая скобки, приходим к квадратному уравнению $x^2-18x+9=0$. Нас интересует корень $x<1$. Это $9-6\sqrt{2}\approx 0{,}515$. При этом радиус красной окружности в $\frac{1}{x}=1/(9-6\sqrt{2})=(9+6\sqrt{2})/9\approx$ $\approx 1{,}94$ раза больше радиуса белой.

СНЕЖИНКА – 2022



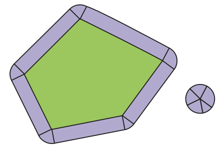
Решение единственное. Фигура имеет трёхстороннюю симметрию, снежинки образуют антислайд – ни одну нельзя сдвинуть или повернуть ни в каком направлении.

XLIV ТУРНИР ИМЕНИ М.В. ЛОМОНОСОВА. ИЗБРАННЫЕ ЗАДАЧИ

Математика

1. Ответ: например, $1{,}5\cdot 1{,}6\cdot 2{,}5=6$ или $1{,}5\cdot 2{,}4\cdot 2{,}5=9$. Чтобы найти ответ, домножим каждое число в левой части на 10, а правую часть, соответственно, на 1000: $**\cdot**\cdot**=*000$.

Правая часть делится на $1000=2^3\cdot 5^3$, а ни одно из чисел в левой части одновременно на 2 и 5 не делится (иначе оно оканчивается на 0). Значит, одно из левых чисел делится на $5^2=25$, какое-то другое – на $2^3=8$ (то есть оно как минимум 16), а третье – на 5 (чтобы произведение делилось на 5^3) и оно нечётно (то есть это как минимум 15). Вариант $25\cdot 16\cdot 15=6000$ подходит.



2. Разобьём добавленную площадь на 5 прямоугольников ширины 1, у каждого из которых одна сторона совпадает со стороной исходного пятиугольника, и на сектора кругов радиуса 1 с центрами в вершинах пятиугольника (см. рисунок).

Сумма площадей прямоугольников равна произведению их ширины на сумму длин сторон пятиугольника: $1\cdot 20$. Сектора же складываются в один полный круг (подумайте, почему), площадь этого круга равна $\pi\cdot 1^2$. То есть добавленная площадь составляет $20+\pi\approx 23{,}14$.

Сложив из секторов круг, мы нашли сумму внешних углов выпуклого многоугольника, она равна 360° (см. etudes.ru/models/exterior-angles-sum/ и статью Л. Емельянова «Чему равна сумма углов?» в «Квантике» № 3 за 2020 год).

3. Пусть Саша выложил 13 фишек так, что все синие линии образуют петлю, а дырок внутри нет. Тогда красная кривая не может оборваться внутри петли, поэтому каждому «входу» красной кривой внутрь синей петли можно сопоставить следующий за ним «выход» из неё. Значит, общее количество пересечений всех красных кривых с синей петлёй чётно. С другой стороны, на оставшихся 13 фишках таких пересечений нечётное число (три). Противоречие.

Лингвистика

См. ответ в следующем номере.

Физика

1. Чтобы из канистры вылилось сколько-то воды, в неё должен зайти такой же объём воздуха. В случае а) горловина канистры – внизу, и при наклоне она ниже уровня жидкости. Входящему в канистру воздуху приходится «пробулькивать» сквозь воду, останавливая её поток. Поэтому вода выливается рывками и булькает. В случае б) горловина сверху, и при наклоне вода начинает выливаться, достигнув горловины. При этом над поверхностью струи остаётся зазор, через который воздух проходит внутрь канистры, не мешая воде выливаться.

2. Снег на крыше тает из-за тепла, поступающего снизу из дома (там работает отопление). Деревянные балки стропил проводят тепло гораздо хуже, чем металлические листы крыши. Поэтому снег, лежащий над этими балками, получает намного меньше тепла, чем снег, отделённый от чердака только тонким листовым металлом, и дольше остаётся нерастаявшим.

3. В глубине покоящейся жидкости всегда имеется давление, возникающее из-за веса лежащих выше слоев (гидростатическое). Чем глубже, тем больше это давление и тем меньше объём воздуха в пробирке. У пробирки будет нулевая плавучесть (она не тонет и не всплывает) на глубине, где объём воздуха станет таким, что полная сила Архимеда (равная весу вытесненной пробиркой с воздухом воды) будет равна действующей на пробирку силе тяжести. Если пробирка с этой глубины чуть сместится вверх, давление окружающей воды станет меньше, воздух расширится, сила Архимеда возрастёт и станет больше силы тяжести. Пробирка начнёт всплывать, воздух будет ещё сильнее расширяться, сила Архимеда возрастать – пока пробирка не окажется на поверхности. Если же она из положения нулевой плавучести сместится вниз, давление окружающей воды станет больше, воздух сожмётся, сила Архимеда уменьшится и станет меньше силы тяжести. Пробирка начнёт тонуть, воздух будет ещё сильнее сжиматься, сила Архимеда уменьшаться – пока пробирка не окажется на дне. Тем самым, её равновесие неустойчиво. В статье А. Панова «Водолаз двойного действия» в «Квантике» № 5 за 2017 год написано, как поставить этот эксперимент своими руками.

Астрономия и науки о Земли

Если брать большой промежуток времени, то в среднем в году юлианского календаря 365,25 суток, а в году григорианского календаря 365,2425 суток. Тропический же год, то есть один полный цикл, за который происходит смена времён года (это, например, время между весенними равноденствиями), ещё меньше, в нашу эпоху в нём примерно 365,2422 суток. Но длительность тропического года зависит и от скорости вращения Земли вокруг Солнца, и от скорости обращения Земли вокруг своей оси, которые меняются. В результате тропический год, выраженный в земных сутках, медленно уменьшается. Поэтому юлианский календарь ещё сильнее будет расходиться с действительной сменой времён года, чем григорианский.

Биология

1. См. ответ в следующем номере.

2. Обочины дорог, заросшие пашни и т.п. возникли относительно недавно. Там лучше всего выживают растения, способные жить в нестабильных условиях и при постоянном повреждении. В естественных условиях такие растения обычно живут по берегам рек или морей, на осыпающихся склонах и в других местах, где их часто может смывать, заливать, засыпать или высушивать. Ещё в таких местах часто возникают новые пустые участки (например, отмели).

Растения таких мест могут быть не очень конкурентоспособными, зато хорошо распространяются, быстро размножаются и растут, заселяя свободное пространство. Имеют для этого разные приспособления: короткий жизненный цикл, много семян или спор, быстрое прорастание и развитие и т. п. В стабильных сообществах такие растения часто не выживают: их вытесняют более сильные конкуренты.

Кроме того, на обочинах и у жилищ растения могут часто страдать от вытаптывания, повреждения животными и загрязнений. Выживать будут те, кто способен переносить эти неблагоприятные условия. В почве в таких местах может не быть симбиотических бактерий и грибов, которые обычно помогают росту растений в лесу или на лугу. Правда, органические загрязнения могут повышать в почве количество азота – то есть служить удобрением.

Популяциям таких растений обычно свойственна высокая генетическая изменчивость, позволяющая выживать в нестабильных условиях.

История

В слове «Пантократор» видны греческие части «пан(то)-» со значением «все» (ср. панъевропейский, пандемия, пантомима) и «кратос» со значением «власть» (ср. демократия, бюрократия). Семиклассника звали Всеволод. Немецкий аналог – Аларих. Основатель королевства вестготов Аларих (ок. 370–410), захвативший в 410 году Рим, был христианином (арианином).

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 V тура, с которыми справитесь, не позднее 5 февраля в систему проверки **konkurs.kvantik.com** (инструкция: kvan.tk/matkonkurs), либо электронной почтой по адресу **matkonkurs@kvantik.com**, либо 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!

V ТУР

21. На острове живут правдолюбы, лжецы и хитрецы (которые могут и сказать правду, и солгать). Всем задали вопрос: «Ты хитрец?» Утвердительно ответили ровно 20 человек. После этого всех спросили: «Ты лжец?» На этот раз сказал «да» ровно 21 человек. Кого на острове больше – хитрецов или лжецов?

22. И круг, и прямоугольник легко разрезать на любое количество одинаковых частей. Существует ли фигура с тем же свойством, у которой нет ни центра симметрии, ни оси симметрии? (Части должны быть равны и по форме, и по площади.)

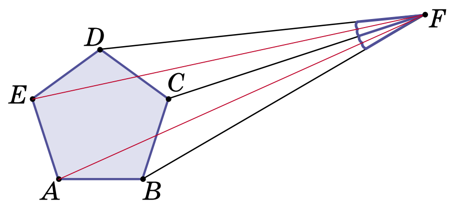
Авторы: Борис Френкин (21), Игорь Акулич (23), Николай Авилов (24), Константин Кноп (25)

23. Последовательностью Фибоначчи называется последовательность чисел, в которой первые два числа равны 1, а каждое последующее число равно сумме двух предыдущих: 1, 1, 2, 3, 5, 8, 13, ... Можно ли первые 2022 числа последовательности Фибоначчи разделить на две группы, содержащие поровну чисел, чтобы суммы чисел в этих группах были равны между собой?

24. а) Можно ли в белом клетчатом квадрате 10×10 закрасить чёрным несколько клеток так, чтобы число бело-белых соседних клеток равнялось числу бело-чёрных соседних клеток и равнялось числу чёрно-чёрных соседних клеток? (Соседними считаются клетки с общей стороной.)

б) Тот же вопрос про квадрат 9×9.

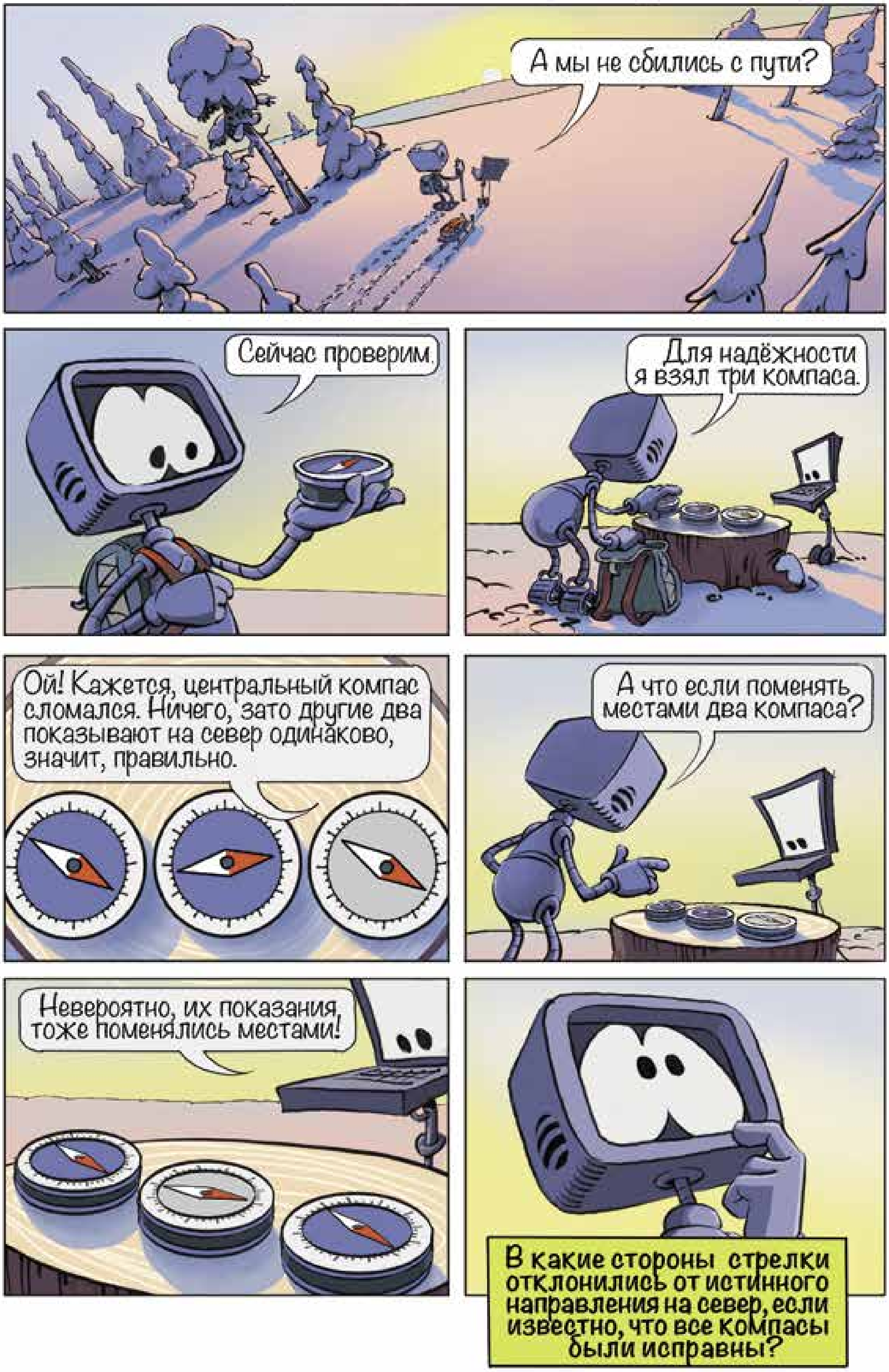
25. Точка F снаружи правильного пятиугольника $ABCDE$ такова, что отрезки ED, EC, AC и AB видны из F под одним и тем же углом (см. рисунок). Под каким? (Говорят, что отрезок MN виден из точки X под углом α, если угол MXN равен α).



Художник Николай Крутиков

Поправка к «Квантику» № 12. *Итоги математического конкурса 2020/21 г. были неполными.* Поздравляем также победительницу конкурса **Ольгу Метляхину** (4 кл. центра образования № 42 г. Вологды) и успешно выступивших **Владимира Афанасьева** (4 кл. лицея «МОК № 2» г. Воронежа) и **Сергея Немилова** (6 кл. школы № 2 г. Тейково Ивановской области)!

ТРИ КОМПАСА



Художник Yustas Автор Александр Гайфуллин

ISSN 2227-7986