№ 8 | август 2025
Издаётся Московским Центром непрерывного математического образования
e-mail: kvantik@mccme.ru

ЖУРНАЛ КВАНТИК
ДЛЯ ЛЮБОЗНАТЕЛЬНЫХ

№8
август 2025

ПРИКЛЮЧЕНИЯ САХАРНОГО ТРОСТНИКА И САХАРНОЙ СВЁКЛЫ

ДВИГАЕМ ФИГУРЫ И СКЛАДЫВАЕМ ОТРЕЗКИ

КАК ВСКИПЯТИТЬ ПОЛОВИНУ ВОДЫ В СТАКАНЕ

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

2024 — Победитель конкурса в номинациях
ЛУЧШИЙ ЖУРНАЛ ДЛЯ СРЕДНЕГО ШКОЛЬНОГО ВОЗРАСТА
ЛУЧШЕЕ ДИЗАЙНЕРСКОЕ РЕШЕНИЕ

Журнал «Квантик» № 8, август 2025 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, И.А. Маховая, Г.А. Мерзон, М.В. Прасолов, Н.А. Солодовников
Художественный редактор и главный художник Yustas
Вёрстка: Р.К. Шагеева, И.Х. Гумерова
Обложка: художник Сергей Чуб

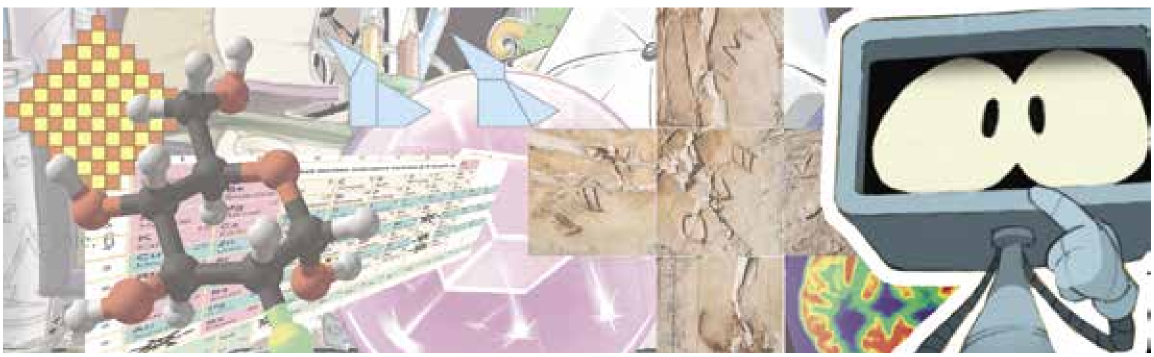
Учредитель и издатель:
Частное образовательное учреждение дополнительного профессионального образования «Московский Центр непрерывного математического образования»
Адрес редакции и издателя:
119002, г. Москва,
Большой Власьевский пер., д. 11.
Тел.: (499) 795-11-05,
e-mail: **kvantik@mccme.ru** сайт: **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: 4000 экз.
Подписано в печать: 27.06.2025
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

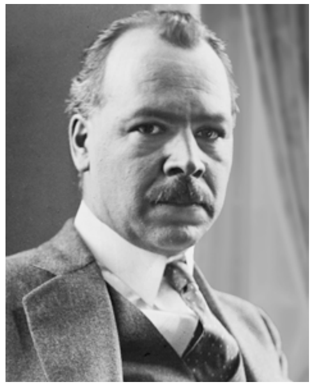
6+

СОДЕРЖАНИЕ



Григорий Идельсон

ПРИКЛЮЧЕНИЯ САХАРНОГО ТРОСТНИКА И САХАРНОЙ СВЁКЛЫ



Николай Иванович Вавилов

Как известно, древние люди не выращивали растения, а занимались охотой и собирательством. Переход к выращиванию растений и разведению домашних животных называется *неолитической революцией*. Этот процесс не происходил одновременно во всём мире. В конце 1920-х – начале 1930-х годов советский генетик Николай Иванович Вавилов, подробно изучая историю и географию одомашнивания растений, нашёл 8 центров, где, по его мнению, независимо происходило одомашнивание. Современная наука несколько увеличила это число, и сегодня говорят о 13 центрах.

Один из таких центров, о котором никак не мог знать Вавилов, – это центральная часть Новой Гвинеи. Новая Гвинея – огромный остров, в три раза больше Британии и в полтора раза больше Мадагаскара. Он покрыт непроходимыми тропическими лесами, середина занята высокими и крутыми горами. Считалось, что горные части острова необитаемы, но в начале 1930-х годов австралиец Мик Лихи в поисках золота впервые пролетел над горами и увидел окружённые горами долины рек. Оказалось, что там

Деревня в центральной части Новой Гвинеи

Фото: Frans Huby, wikimedia.org

находится целая густонаселённая страна с многочисленными деревнями и возделанными полями, с общим населением около миллиона человек, ничего не знающих о мире за горами. Люди в Новой Гвинее появились 40 тысяч лет назад, и жители горных районов с тех пор жили в почти полной изоляции. Видимо, какие-то редкие контакты всё же бывали, потому что у них были домашние животные – свиньи, собаки и куры, приручённые 5000 лет назад.

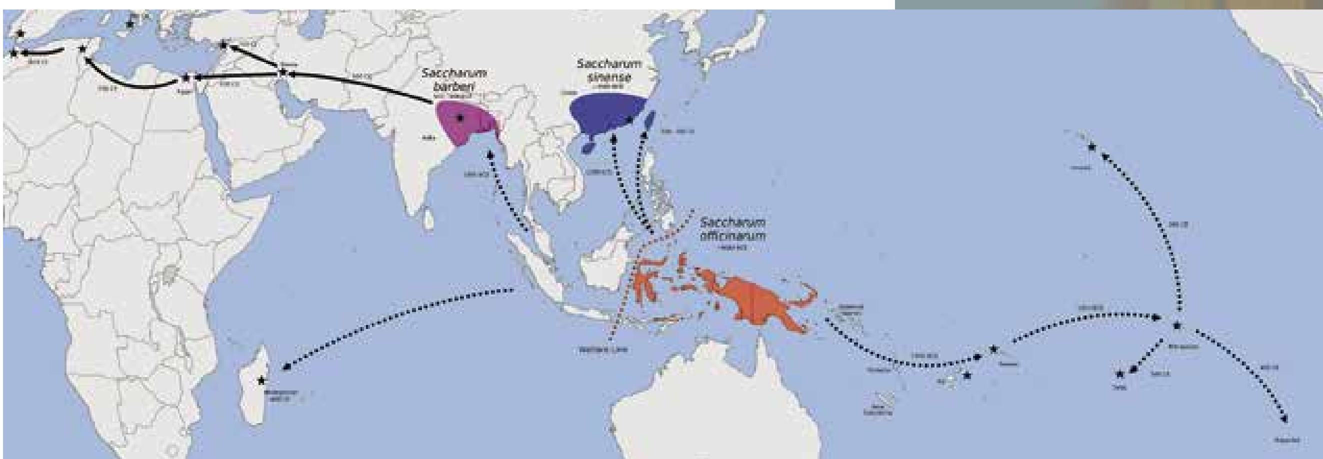
И в этом почти полностью изолированном мире нашли ещё один центр. Говорят, именно там одомашнили *сахарный тростник* – растение, сыгравшее очень важную роль в мировой истории. Судя по всему, местные жители выращивали его на корм свиньям.

Несмотря на почти полную изоляцию, за последующие 2000 лет сахарный тростник распространился по всей Новой Гвинее и соседним островам, а потом – до Индии и Китая. Судя по всему, там его скрестили с дикорастущими местными видами. Некоторые считают, что в Китае сахарный тростник одомашнили независимо, а уже потом скрестили с новогвинейским.

Одомашнивание дало новые сорта, содержавшие в несколько раз больше сахара, чем дикие виды.

В Индии стали выращивать сахарный тростник и получать из него сладкий сироп. Полководец Александра Македонского, Неарх, рассказывал, что в Индии готовят мёд из тростника, без помощи пчёл.

Римский учёный Плиний Старший уже знает кристаллический сахар, причём называет его тем же сло-



Распространение сахарного тростника

вом, что и мы. Это слово происходит от санскритского (древнеиндийского) слова *саркара*, то есть «камешек»:

> *Сахар (saccharon) привозят из Аравии, но более качественный поступает из Индии. Это вещество, похожее на мёд, собирают из сахарного тростника. Оно белое, как смола, хрупкое для зубов, величиной с орех. Используется исключительно в медицинских целях.*

В Средние века сахар постепенно распространился по мусульманскому миру. На крестоносцев он произвёл большое впечатление, они называли его «сладкой солью». Но по-прежнему это была редкость, которую не использовали в повседневной жизни.

Новая жизнь сахара началась после открытия Америки. Оказалось, что сахарный тростник хорошо растёт на тропических Карибских островах, а оттуда его легко и дёшево можно везти в Европу. Выращивание и обработка требовали множества рабочих рук, и плантаторы легко получали их за счёт рабского труда.

Возникла «треугольная торговля»: работорговцы покупали рабов у местных царьков на африканском побережье, расплачиваясь продуктами промышленного производства из Европы (а позже и из Северной Америки), рабы производили сахар, и этот сахар продавали в Европе, а на вырученные деньги покупали ещё продукты промышленного производства. Дело было очень прибыльное, за 20–30 лет плантатор становился миллионером и возвращался на родину. Вест-индские плантаторы были влиятельны в английском парламенте. Ничего хорошего в этом, конечно, нет: плантаторы быстро богатели, а рабов всё время приходилось привозить новых – они плохо выживали.

Но в Европе, особенно в Англии, сахар сначала был продуктом для богатых, а потом оказался общедоступным, в том числе и в особенности у бедняков. У английских бедняков сахар был источником 15–20% необходимых им калорий.

В 1747 году прусский химик Андреас Маргграф выделил из сока нескольких сладких корнеплодов вещество, кристаллизовал его и доказал, что оно не отличается от сахара из сахарного тростника. Правда, содержание сахара в соке самого сладкого из корне-

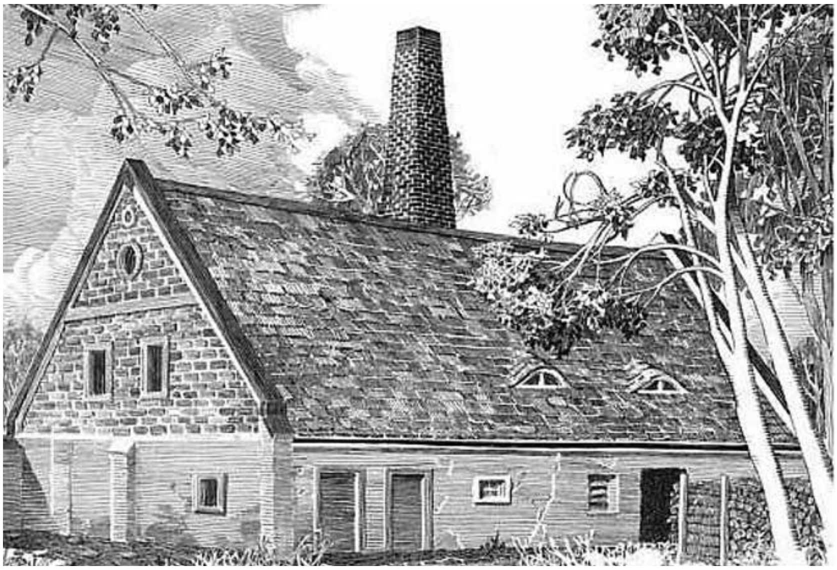
Рабский труд на плантации сахарного тростника.
Литография Теодора Брая, середина XIX века

плодов – свёклы – составляло всего 1,3%. Маргграф даже вручил в 1761 году Фридриху Великому голову сахара, приготовленного из свёклы, но это скорее считалось курьёзом, а не разработкой, имеющей практическое значение.

В 1784 году ученик Маргграфа Франц Ашар решил вернуться к разработкам учителя. Он приобрёл немного земли и стал обходить участки соседних крестьян в поисках самых сладких образцов свёклы. Так он вывел сорт, который назвал «белая силезская свёкла», содержавший около 4% сахара. Король субсидировал небольшой сахарный заводик, где Ашар разработал технологию.

Английские торговцы сахаром с опасением смотрели на его опыты. Сразу после публикаций о промышленном производстве свекловичного сахара к Ашару пришли представители торговцев тростниковым сахаром и предложили значительную сумму, чтобы он прекратил этим заниматься. Он отказался, но через несколько лет после этого его завод почему-то сгорел и Ашар остался без средств к существованию. Впрочем, другой промышленник пригласил его к себе в качестве консультанта.

Тем временем Великая французская революция в 1794 году упразднила рабство, но в 1802 году Наполеон восстановил его. Во французских колониях, в особенности на Сен-Доминике (так тогда назывался Гаити), произошли восстания. Помимо прочего, на морях



Первый завод Ашара по производству сахара из сахарной свёклы. Иллюстрация из книги Дж. Рольфа «Something about sugar; its history, growth, manufacture and distribution», 1917, с. 131

хозяйничали враждебные французам англичане, а французский флот совсем не мог соперничать с английским. Из-за всех этих причин поставки сахара во Францию почти прекратились. Французские бедняки не так сильно зависели от сахара, как английские, но всё же Наполеон стремился решить эту проблему.

И тут он вспомнил о работах по свекловичному сахару и в 1811 году распорядился засевать большие площади сахарной свёклой и создавать новые сахарные заводы. Но вскоре Наполеон проиграл войну, континентальная блокада закончилась, и сахар снова стали ввозить из колоний. Над наполеоновским увлечением свекольным сахаром смеялись, как после 1964 года в СССР смеялись над кукурузой.

Но французские и немецкие селекционеры делали своё дело, и процент сахара в свёкле неуклонно рос. К середине 1830-х годов он достиг 15% (а позже и 20%), что сравнимо с сахарным тростником. И в 1830-х годах разгорелась политическая борьба между сторонниками тростникового и свекольного сахара. Премьер-министр Тьер был горячим сторонником свекольного сахара («колонии призваны обогащать метрополию»; «на примере Южной Америки мы видим, что колонии рано или поздно оторвутся от метрополии, поэтому неправильно обогащать их за счёт метрополии»; «того и гляди рабство отменят, и всё производство тростникового сахара прекратится»), его преемник Гизо был столь же горячим борцом против свекольного сахара («колонии – неотъемлемая часть метрополии, нельзя разрушать их экономику»; «производство свекольного сахара должно быть запрещено»; «разводя сахарную свёклу, мы подрываем не только экономику колоний, но и наш торговый флот и морские порты»).

Министр внутренних дел вручает Наполеону сахарную голову из свекловичного сахара. Гравюра 1808 г., художник Шарль Монне

Полемика вокруг сахара мельком упоминается в романе Дюма «Граф Монте-Кристо». Один из героев, редактор газеты по фамилии Бошан, встречается с редактором другой газеты:

> *Хотя политические взгляды Бошана и были совершенно противоположны тем, которых придерживался редактор этой газеты, он, как случается подчас и даже нередко, был его закадычным другом.*
>
> *Когда он вошёл, редактор держал в руках номер собственной газеты и с явным удовольствием читал передовую о свекловичном сахаре, им же, по-видимому, и написанную.*
>
> *– Я вижу у вас в руках номер вашей газеты, дорогой мой, — сказал Бошан, – значит, незачем объяснять, почему я к вам пришёл.*
>
> *– Неужели вы сторонник тростникового сахара? – спросил редактор правительственной газеты.*
>
> *– Нет, – отвечал Бошан, – этот вопрос меня нимало не занимает; я пришёл совсем по другому поводу.*

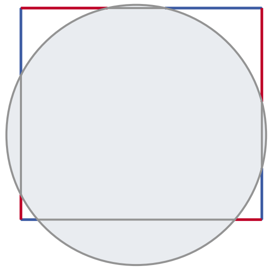
К середине 1840-х годов страсти вокруг сахарной свёклы несколько улеглись. Рабство было окончательно упразднено в 1848 году. Сейчас в мире около 20% сахара производится из свёклы, а остальное – из тростника. Но в России более 80%, а во Франции более 90% продающегося сахара сделано из свёклы.

Художник Алексей Вайнер

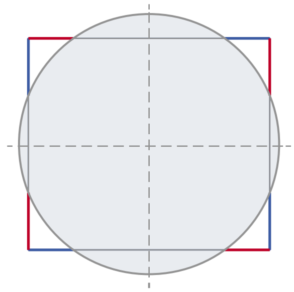
Григорий Мерзон

ДВИГАЕМ ФИГУРЫ И СКЛАДЫВАЕМ ОТРЕЗКИ

КРУГ И ПРЯМОУГОЛЬНИК



На рисунке круг пересекает все стороны прямоугольника. Отрезки сторон, не покрытые кругом, покрашены поочерёдно в красный и синий цвета. Оказывается, сумма длин синих отрезков всегда равна сумме длин красных!

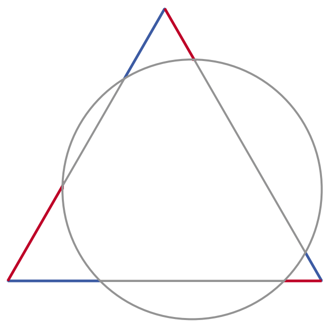


Как это доказать? Если непонятно, как решать задачу, бывает полезно начать с разбора простого частного случая. Например, если центр круга совпадает с центром прямоугольника, то утверждение очевидно, правда? (Из-за симметрии синие и красные отрезки разбиваются на пары равных.)

Как перейти от этого частного случая к общему? Начнём двигать круг. Что происходит, если сдвигать круг только по вертикали? Сумма длин синих отрезков на вертикальных сторонах не меняется, и красных тоже. А на верхней стороне длины обоих отрезков изменяются на одну и ту же величину, и на нижней тоже.

Итак, если сумма синих отрезков равнялась сумме красных и мы сдвигаем круг по вертикали, то это равенство сохранится. Аналогично для движения круга по горизонтали. Но, сдвинув круг сначала по вертикали, а потом по горизонтали, можно переместить его из центрального положения в любое!

КРУГ И ТРЕУГОЛЬНИК

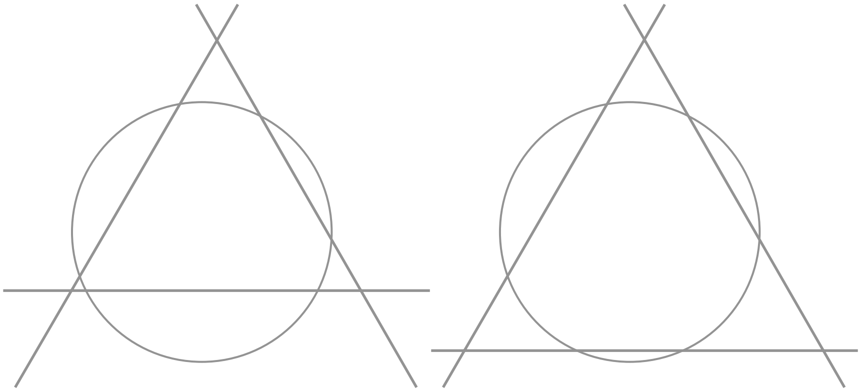


Попробуйте теперь разобраться с аналогичным утверждением для окружности и равностороннего треугольника: докажите, что на рисунке сумма длин синих отрезков равна сумме длин красных (эту задачу предложил Вячеслав

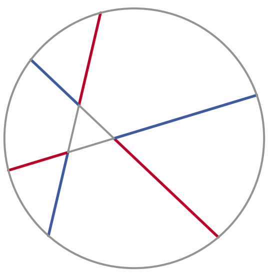
Викторович Произволов на летнем турнире имени А. П. Савина в 2001 году).

Если тут двигать круг (или треугольник), то уже не так просто понять, что происходит с синими и красными длинами (например, при вертикальных сдвигах не очень понятно, как меняются длины отрезков на боковых сторонах...).

А что, если двигать не весь треугольник целиком? На треугольник можно смотреть как на тройку прямых. Будем сдвигать, например, горизонтальную прямую так, чтобы она оставалась горизонтальной (как на рисунке ниже), «расширяя» или «сужая» треугольник. Разберитесь, что при этом происходит с синими и красными длинами, и завершите доказательство.

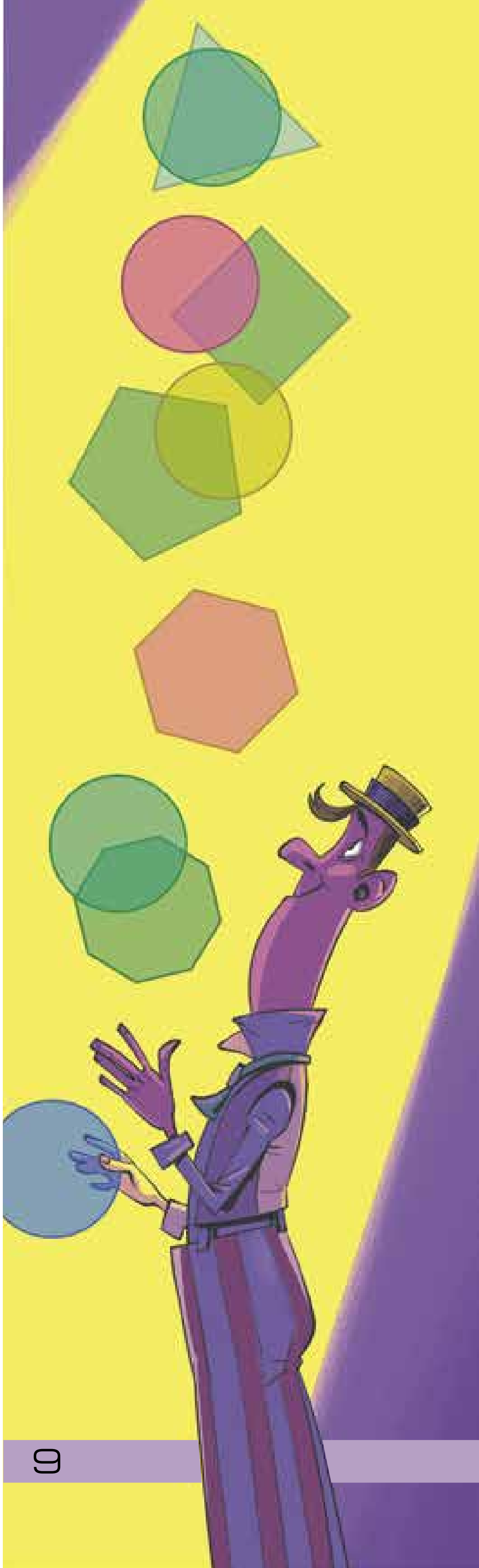


Кстати, можно взять маленький треугольник, полностью лежащий внутри круга, – и красить теперь отрезки на продолжениях сторон. И снова сумма синих длин всегда равна сумме красных длин (понятно ли, почему?).

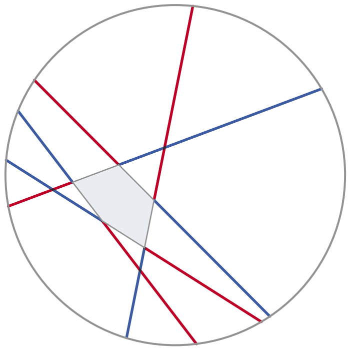


ЧТО ДАЛЬШЕ?

Не очень сложно понять, что равносторонний треугольник можно заменить на любой правильный многоугольник. Но оказывается, что утверждение верно,

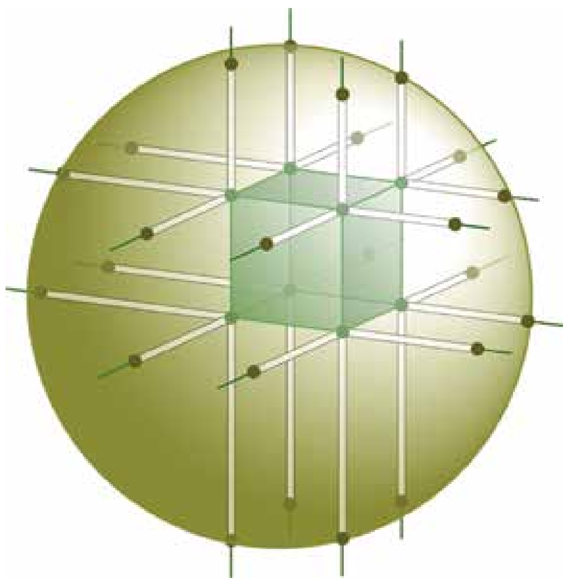


даже если многоугольник не правильный, а просто равносторонний! Доказать это уже существенно сложнее, такая задача (для равностороннего пятиугольника) предлагалась на Всероссийской олимпиаде в 1989 году (автор Агнис Волдемарович Анджанс).



В заключение предлагаем подумать над трёхмерным вариантом исходной задачи (она предлагалась на Турнире Ломоносова в 2020 году, автор Григорий Александрович Гальперин).

Внутри сферы находится куб. Его рёбра продлили в обе стороны до пересечения со сферой, добавив к каждому ребру с двух сторон по отрезку. Докажите, что добавленные отрезки можно раскрасить в 2 цвета (красный и синий) так, чтобы сумма длин красных отрезков равнялась сумме длин синих.



Художник Мария Усеинова

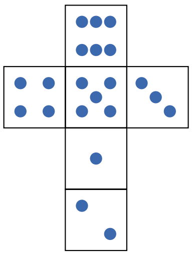
Чудеса лингвистики

Михаил Иомдин

Задача предлагалась на LV Традиционной олимпиаде по лингвистике в 2025 году

ЭТРУССКИЕ КУБИКИ

Кости из Тускании – это два игральных кубика, найденных в 1848 году археологами в городе Тускания (центральная Италия). Вместо точек, как на обычных кубиках (рис. справа), на них записаны этрусские числительные[1] (рис. ниже).



Вот арифметические примеры, где большинство чисел заменены этрусскими числительными, записанными другой версией этрусского алфавита:

V⊗ × I) = V⊗ + ⅃A‡

ΨAM + AM = 11

8 × I) = ⊗V⊟ × AM

1. Запишите эти примеры арабскими цифрами.

2. Некоторые учёные считают, что в наиболее распространённой трактовке этрусских числительных (на которой основано предыдущее задание) два из них перепутаны между собой. Об этом могут свидетельствовать, в частности, игральные кости из Тускании. О каких числительных идёт речь, если известно, что по крайней мере одно из них обозначает чётное число? Какое свойство стандартных игральных кубиков наталкивает на это предположение?

[1] Этрусский язык был распространён в VIII в. до н. э. – I в. н. э. преимущественно на территории современной Италии. Родственные связи этрусского языка не установлены.

Художник Татьяна Долгая

Леонид Свистов

КАК ВСКИПЯТИТЬ ПОЛОВИНУ ВОДЫ В СТАКАНЕ?

Давайте вооружимся фотоаппаратом, стеклянным стаканом и кипятильником. Опустим маломощный кипятильник на некоторую глубину и включим его в розетку.

> Конечно, этот эксперимент нужно делать вместе со взрослыми. !

На фото 1 и 2 мы видим воду по мере разогрева. В верхней части обоих стаканов вода очень горячая, кипяток. В нижней – вода не согрелась. Граница между холодной и горячей водой хорошо видна на фотографиях. Обратите внимание, что изображение окна и стула за стаканом вблизи границы искажено, поскольку оптические свойства воды сильно зависят от температуры.

В чём дело, почему вода в нижней части стакана не согрелась? Это связано с тем, что теплопроводность воды низкая и теплопередача в воде происходит с помощью перемешивания воды, называемого *конвекцией*. Когда лёгкая горячая вода наверху, а тяжёлая холодная внизу, потоки горячей воды в нижней части сосуда отсутствуют. Это хорошо видно на фото 3, сделанном после выключения кипятильника. Граница между горячей и холодной водой выглядит невозмущённой, а книги за стаканом – помятыми. Возвращаясь к расследованию истории Конька-Горбунка[1], мы нарисовали форму котла, которую мог бы использовать хитрый конёк, чтобы купание в нём быстрого и смелого Иванушки было не опасно для здоровья, а пожилым злым царям противопоказано.

[1] См. статью Л. Свистова «Фотографии кипения воды» в «Квантике» № 5 за 2025 год.

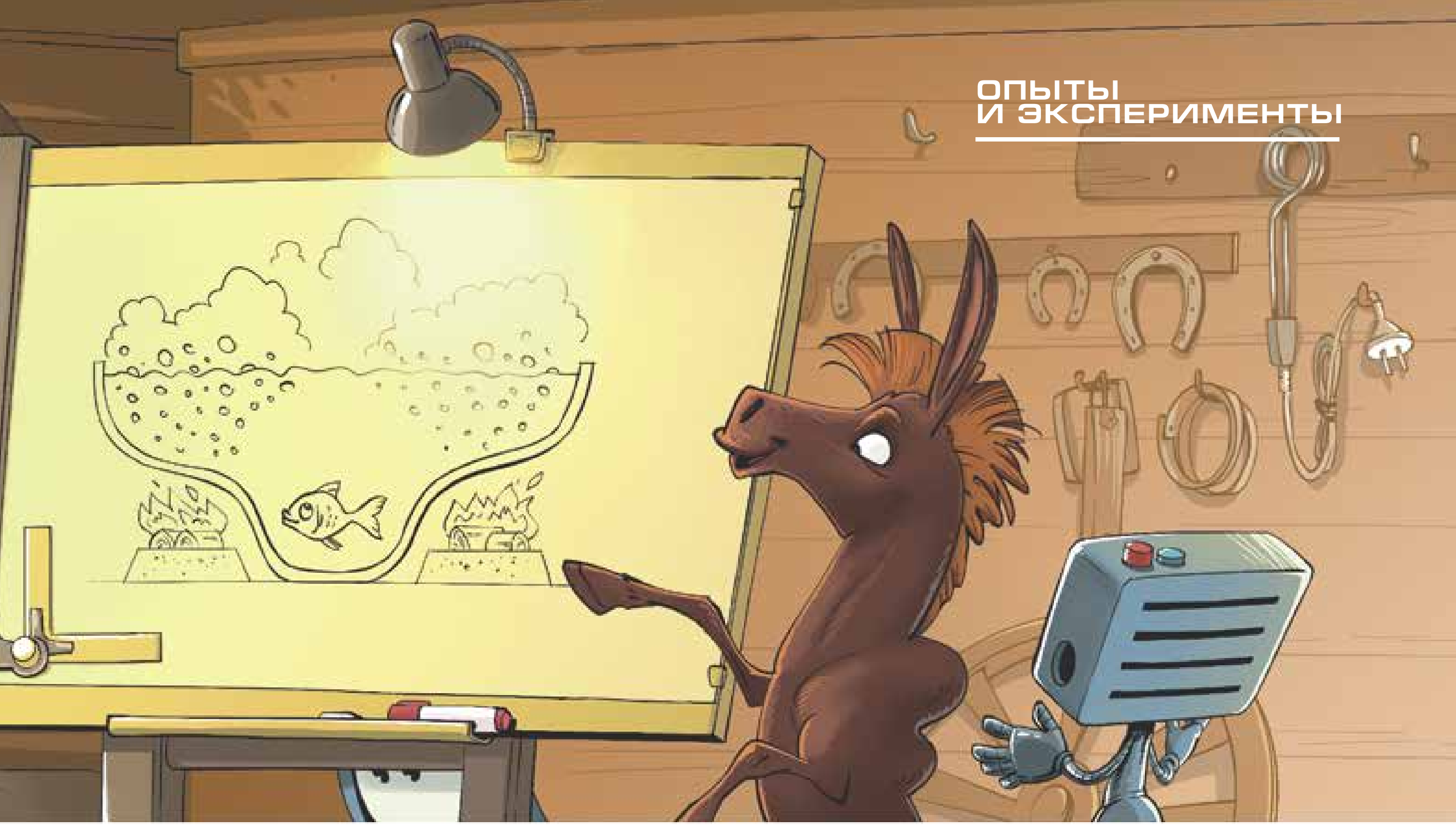


Фото 1

Фото 2

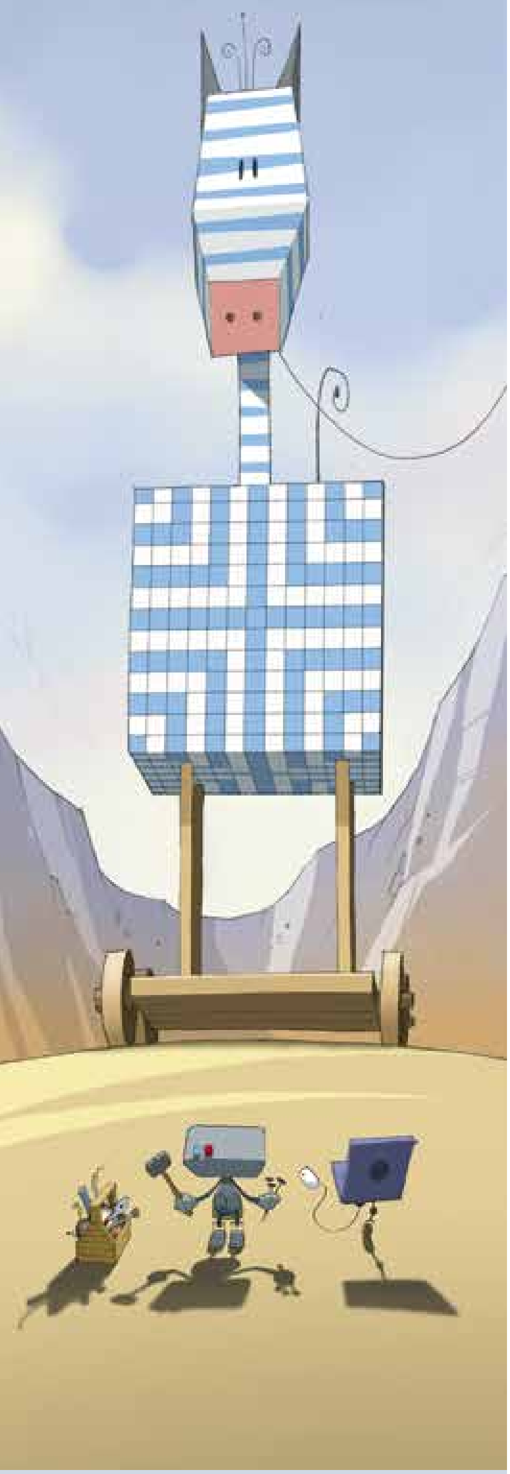
Фото 3

Художник Мария Усеинова

Фото автора

Николай Авилов

Зебровый квадрат



На рисунке изображён клетчатый квадрат 13×13, в котором закрашены клетки средней строки и среднего столбца, а в оставшихся «четвертушках» чередуются закрашенные и незакрашенные «уголки». Получилась раскраска квадрата, похожая на зебру (рис. 1).

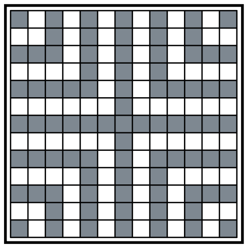


Рис. 1

Задача. Сколько чёрных клеток в закрашенном таким образом квадрате 113×113?

На вопрос задачи мы ответим в конце статьи, а сейчас рассмотрим несколько способов подсчёта закрашенных клеток в квадрате 13×13.

Способ 1. Конечно, можно их просто посчитать на рисунке – это неинтересно, но всё же даёт ответ. Центральный крест содержит $2 \cdot 13 - 1 = 25$ клеток, да ещё четыре группы клеток по $1 + 5 + 9 = 15$ клеток в каждой. Итого получаем $25 + 4 \cdot 15 = 85$ клеток.

Способ 2. Перекрасим закрашенные клетки в два цвета, как на рисунке 2, и разрежем квадрат на пять частей – центральную клетку и четыре равных прямоугольника 5×6. Заметим, что в каждом прямоугольнике закрашено $1 + 2 + 3 + \ldots + 6$ клеток, поэтому всего закрашено $4 \cdot (1 + 2 + 3 + \ldots + 6) + 1 = 4 \cdot 21 + 1 = 85$ клеток.

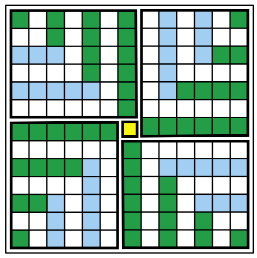


Рис. 2

Способ 3. Можно поступить чуть по-другому – начать подсчёт с незакрашенных клеток квадрата 13×13. Выкинем сразу среднюю строку и средний столбец, останутся четыре квадрата 6×6 совершенно одинаковой раскраски. В каждом из них по $3 + 7 + 11 = (1 + 2) + (3 + 4) + (5 + 6) = 1 + 2 + 3 + 4 + 5 + 6 = 21$ незакрашенной клетке. Значит, незакрашенных клеток будет $4 \cdot 21 = 84$, а закрашенных будет $13^2 - 84 = 85$. Кстати, получилось, что незакрашенных клеток на одну меньше, чем закрашенных! Можно ли понять, почему так происходит, без вычислений? Увидим в следующем способе!

Способ 4. Квадрат 13×13 можно представить в виде центральной клетки и шести квадратных рамок, вложенных друг в друга (рис. 3). Заметим, что в каждой рамке поровну закрашенных и незакрашенных клеток (ведь такие клетки в каждой рамке чередуются, а тогда их можно разбить на пары). Значит, если убрать центральную клетку, число закрашенных клеток равно половине оставшихся клеток квадрата 13×13. При окончательном подсчёте не забудем прибавить эту центральную клетку (она же закрашена), то есть всего закрашено $\frac{1}{2} \cdot (13^2 - 1) + 1 = 85$ клеток.

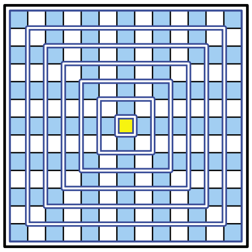


Рис. 3

Способ 5. Если в квадрате 13×13 убрать все незакрашенные клетки (рис. 4) и полученные «уголки» сдвинуть к центру, получим «ступенчатый» квадрат (рис. 5). Значит, число закрашенных клеток в квадрате 13×13 равно числу клеток в этом ступенчатом квадрате. Посчитать их можно разными способами – например, раскрасить в шахматном порядке (рис. 6): получится 6^2 жёлтых клеток и 7^2 красных клеток, то есть всего $6^2 + 7^2 = 85$ клеток.

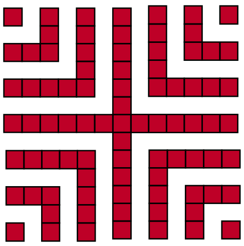


Рис. 4

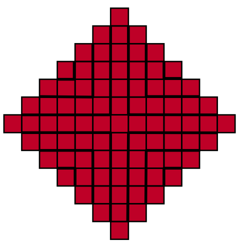


Рис. 5

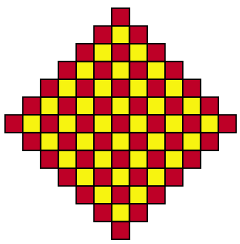


Рис. 6

Мы рассмотрели несколько способов подсчёта закрашенных клеток в квадрате 13×13. Все они обобщаются, то есть все рассуждения можно повторить для подсчёта закрашенных клеток в любом квадрате с нечётной стороной. Тут самое время вспомнить задачу из начала статьи: выбирайте любой способ и ищите ответ. Если у вас получилось 6385, то вы справились с задачей.

Художник Алексей Вайнер

Валерия Сирота

ЛЕТНИЕ ЗАДАЧИ

1. Почему, когда в жаркий день входишь в воду – холодно (вода кажется холоднее воздуха), выходишь – опять холодно (воздух кажется холоднее воды)? А когда выходишь из воды под тёплым дождём, то никакой перемены не чувствуешь?

2. В очень сильную жару под ярким солнцем, бывает, песок так раскаляется, что больно стоять на нём босыми ногами. Что же сделать, если вам нужно, например, кого-то подождать, а обуви никакой нет? А речка далеко...

3. Егорка хочет наполнить ведёрко дождевой водой. Как раз идёт дождик, но ведёрко наполняется очень медленно. Егорка придумал сесть на велосипед, поставить ведёрко на багажник перед рулём и ехать быстро-быстро. Он готов сам намокнуть сильнее, но тогда и ведёрко быстрее наполнится. А вы как думаете? А если дождь косой?

4. Почему летом радуга бывает довольно часто, а зимой – почти никогда?

Ответы в следующем номере

Художник Мария Усеинова

ДЬЁРДЬ ДЕ ХЕВЕШИ

Марина Молчанова

Дьёрдь де Хевеши
(Hevesy György)
1885 – 1966

Как учёные изучают сообщества перелётных птиц? Один из способов – кольцевание, когда некоторым птицам на лапку надевают кольцо. Например, на месте гнездования, или на месте зимовки, или на пути пролёта. А потом поступают сообщения о том, где людям встретились птицы с такими кольцами. Так можно узнать, где эти птицы летали, где останавливались, где расселялись, как изменялась их численность. И по данным о небольшом числе птиц можно сделать выводы о других птицах того же вида. Ведь каждая окольцованная птица – часть стаи, и где побывала она, там, скорее всего, побывала и её стая.

Можно использовать не традиционные кольца, а современные способы – например, закрепить на птице миниатюрный GPS-трекер и получать информацию даже из безлюдных и труднодоступных мест.

А можно ли то же самое сделать с молекулами и атомами? Ведь для понимания очень многих процессов, в том числе в живой природе, очень важно знать, где какие молекулы находятся, куда и как они двигаются, как это зависит от общего состояния организма.

Оказывается, можно. И герою нашей статьи мы обязаны важным способом проводить такие наблюдения. Знакомьтесь: Дьёрдь де Хевеши, знаменитый венгерский и еврейский (по происхождению), а также английский, датский, немецкий и шведский (по местам продуктивной работы) химик и физик.

* * *

Хевеши родился в Будапеште в богатой и знатной семье. Окончил школу, затем учился химии в Венгрии и Германии. К счастью, у него хватало средств на то, чтобы самостоятельно выбирать место для работы, и в 1911 году он оказался в Англии, в лаборатории одного из величайших физиков того времени – Эрнеста Резерфорда. Впрочем, и позже Хевеши чрезвычайно везло с местами работы...

Про английский период в жизни Хевеши рассказывают историю, правдивость которой невозможно

Окольцованная серебристая чайка
Фото:
Andreas Trepte, wikimedia.org

оценить[1]. Якобы во время работы в Манчестере у него возникло подозрение, что в столовой нерадивые повара готовят блюда из остатков вчерашней еды, собранных с тарелок. Чтобы поймать поваров с поличным, он добавил к остаткам на своей тарелке небольшое количество радиоактивного вещества (на всякий случай: так делать не надо! Но в ту пору опасность этих веществ недооценивали...). Когда в следующий раз было подано такое же блюдо, Хевеши при помощи простого прибора легко определил, что еда радиоактивна, а значит, повара действительно жульничают!

Но даже если эта история выдумана, она очень характерна. Потому что работа, прославившая Хевеши, была начата именно тогда и касалась именно использования радиоактивных веществ для целей поиска.

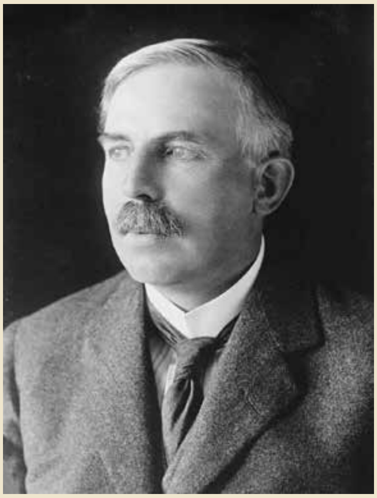
Однажды Резерфорд поручил Хевеши поработать с радиоактивным веществом под названием «радий D». В их распоряжении были сотни килограммов свинца, содержащего этот «радий D», но обычный свинец был не нужен для исследований, это был фактически балласт – как бы научиться отделять одно от другого... Но все попытки Хевеши приводили к неудачам. Никакие химические процессы не позволяли отделить «радий D» от свинца.

Дело в том, что – как выяснилось чуть позже – «радий D» и есть свинец! Все его химические свойства такие же, как у свинца. Только... масса атомов чуть-чуть не такая, как у природного свинца, ну и к тому же есть радиоактивность. Это *изотоп* свинца (понятие об изотопах как раз примерно тогда же появилось в науке) – такой же атом, просто в ядре другое количество нейтронов [2].

Итак, химия не позволяет эффективно разделять изотопы. Но ведь неудачный результат – тоже резуль-

[1] Уж очень она похожа на одну историю из жизни американского физика Роберта Вуда – см. статью М. Молчановой «Роберт Уильямс Вуд» в «Квантике» № 8 за 2019 год.

[2] См., например, статью В. Сироты «Что у атома внутри?» – «Квантик» № 11 за 2018 год.



Эрнест Резерфорд
(Ernest Rutherford)
1871 – 1937

Корпус Резерфорда
в Манчестерском университете,
Фото: Dubway, wikimedia.org

Нильс Бор (Niels Bohr)
1885 – 1962

Институт имени Нильса Бора (ранее Институт теоретической физики) в Копенгагене

Боб садовый

тат, и он может дать толчок совершенно новым идеям. Если атомы разных изотопов можно считать химически одинаковыми, то можно для изучения разных процессов использовать «помеченные», радиоактивные атомы так же, как люди метят птиц при кольцевании.

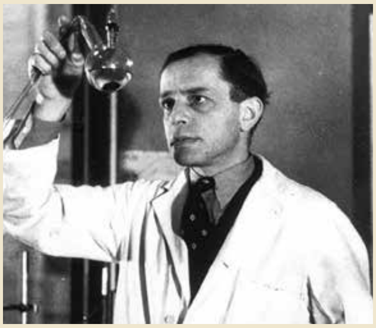
Действительно: пусть мы хотим изучить поведение какого-то вещества. Мы можем ввести туда чуть-чуть такого же вещества, но содержащего радиоактивный изотоп. Отслеживать радиоактивность легко, для этого есть приборы, и мы всегда можем понять, куда движутся и где накапливаются радиоактивные атомы. Но ведь это значит, что аналогичные атомы, только без радиоактивности, ведут себя точно так же! И мы получаем массу информации буквально на уровне атомов и молекул!

Начав исследования изотопов во время своего недолгого пребывания в Англии, Хевеши продолжал их и в тех местах, где работал впоследствии: в Копенгагене, в немецком Фрайбурге, снова в Копенгагене, затем в Стокгольме. Оказалось, что «изотопные метки» очень удобны. Можно измерять растворимость даже очень плохо растворимых соединений – ведь крошечные их количества всё равно переходят в раствор, и радиоактивные атомы позволяют за этим проследить. Можно отслеживать диффузию – самопроизвольное перемещение атомов в веществе. Можно изучать обмен атомами между разными соединениями. Но самое главное – появился способ изучать поведение разных веществ в биологических системах! Где, что, куда и как.

Первая статья Хевеши на эту тему появилась в 1923 году. В ней говорилось, как можно использовать радиоактивный изотоп для изучения движения веществ внутри растений, конкретно – садовых бобов. Позже были и другие работы. О том, как золотая рыбка обменивается молекулами воды с окружающей средой. О том, как устроен обмен фосфора и углерода у здоровых и больных крыс и как на него влияет облучение...

ПРОСЛЕДИТЬ ЗА АТОМАМИ

И оказалось, что от этих научных исследований рукой подать до применения в медицине. Другие учёные, прежде всего Рудольф Шенгеймер и Давид Риттенберг в США, научились вводить изотопные метки в биологически важные молекулы. Ещё позже в разных странах были разработаны способы использования этих меток для диагностики – эффективные и в то же время достаточно безопасные. Так что от исследований Хевеши в конце концов оказалась прямая дорога к методам современной медицины, таким как позитронно-эмиссионная томография и другие.



Рудольф Шенгеймер
(Rudolf Schönheimer)
1898 – 1941

* * *

Но это не единственное, что прославило Хевеши. Он был разносторонним учёным, так что у него были и другие достижения в физике и химии. В частности, в 1923 году Хевеши вместе с голландским физиком Дирком Костером открыл *гафний*, химический элемент с номером 72 в таблице Менделеева.

Давид Риттенберг
(David Rittenberg)
1906 – 1970

Почему это особенно интересно? В истории химии были времена, когда новые элементы открывали буквально пачками, порой по несколько штук за год. Но примерно к 1920 году почти все «пустые места», остававшиеся в таблице Менделеева от водорода до урана, уже были заполнены: оставалось всего 5-6 незаполненных клеток (5 или 6 – зависит от того, как считать, потому что редкий металл *рений* открывали дважды). Четыре клетки, как впоследствии выяснилось, и нельзя было в ту пору заполнить: элементы с номерами 43, 61, 85, 87 практически не встречаются в природе, их надо получать искусственно, потому что они сильно радиоактивны и быстро распадаются. Так что гафний был, можно сказать, последним открытым природным эле-

Таблица Менделеева по состоянию на 1923 год ментом! Видимо, потому, что обнаружить его было труднее всего. Химически он очень похож на цирконий, который находится в таблице Менделеева двумя строчками выше. И поиск в этом случае требовал от учёных теоретической подготовки, знания современных физических методов анализа и просто удачи. Чуть раньше элемент 72 был «открыт» ещё двумя исследовательскими группами в других странах, но, к большому огорчению конкурентов, только открытие Хевеши оказалось верным.

* * *

Хевеши был не только выдающимся исследователем, но и героем нескольких интересных околонаучных сюжетов. В частности, одной из самых красивых историй про судьбу Нобелевской премии.

В годы правления Гитлера два прославленных немецких физика, Джеймс Франк и Макс фон Лауэ, отдали свои нобелевские медали для хранения в Институте теоретической физики в Копенгагене, которым заведовал великий Нильс Бор и где много лет работал Хевеши. Отдали, конечно, не без причины: у Франка и Лауэ (оба они враждебно относились к нацистским властям) были основания опасаться, что медали у них конфискуют. Гитлеровские власти вообще считали Нобелевские премии чем-то чуждым и нежелательным, особенно после того, как премию мира за 1935 год получил антифашист Карл Осецкий. А золото, наоборот, эти власти очень любили. Так что в Дании оно было как-то надёжнее...

Но в 1940 году нацисты оккупировали Данию. Что теперь делать? Нельзя, чтобы нобелевские медали попали в руки оккупантам – хотя бы потому, что на медалях указаны имена владельцев, и это могло их здорово подвести. Ведь вывоз золота за границу считался в Германии тяжким преступлением. Правда, Франк уже к этому моменту давно эмигрировал в США, но Лауэ оставался в Германии... Может, закопать медали на территории института? А если их найдут? Ведь нацисты наверняка будут всё обыскивать, пытаясь найти следы военных исследований.

Фтордезоксиглюкоза активно применяется в медицине

Джеймс Франк
(James Franck)
1882 – 1964

Макс фон Лауэ
(Max von Laue)
1879 – 1960

ПРОСЛЕДИТЬ ЗА АТОМАМИ

И тут возникла остроумная идея. Золото, конечно, очень сложно растворить, но всё же возможно: для этого используется так называемая «царская водка», смесь азотной и серной кислот. Так что позже Хевеши вспоминал: «Когда оккупанты маршировали по улицам Копенгагена, я был очень занят: я растворял медали Лауэ и Франка».

В 1943 году оставаться в Копенгагене было уже совсем опасно, и Хевеши вслед за Нильсом Бором уехал в Швецию. А вот колба с раствором золота простояла в лаборатории всю войну, она никого не заинтересовала. И после окончания войны нобелевское золото было вновь извлечено из царской водки, из него были повторно отлиты медали и возвращены хозяевам.

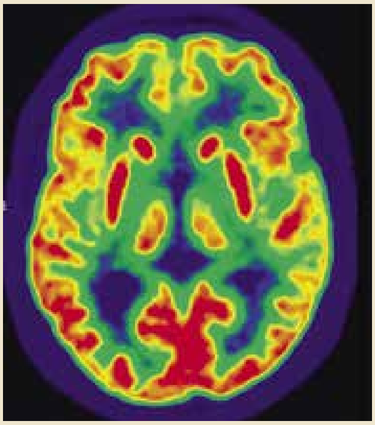
А сам Хевеши как раз в 1943 году получил и свою Нобелевскую премию – за открытие метода радиоактивных индикаторов. Впрочем, для него это событие было хоть и приятным, но отнюдь не самым значимым: как он сам говорил, членство в английском Королевском обществе для него значило куда больше.

* * *

В современной медицине используется около пятидесяти различных радиоактивных изотопов. Ещё больше используется в других науках – физике, химии, биологии, геологии, археологии и так далее. В вузах читают целые учебные курсы «Метод радиоактивных индикаторов». Во многих из них даже не упоминается имя Хевеши.

Но мы-то знаем!

Растворение золота в царской водке



Позитронно-эмиссионная томография, одно из изображений головного мозга

Таблички во Фрайбурге в память о Хевеши и его жене, вынужденных уехать в годы нацизма в Данию и затем в Швецию

Нобелевская медаль

Сергей Дворянинов

Один, раз. Два. Три... или три задачи «С решениями»

Во всех задачах участвует клетчатый квадрат 5×5.

Задача 1. Сколькими способами из этого квадрата можно вырезать квадрат 2×2?

Решение. У каждого квадрата 2×2 есть центр – это узел сетки, лежащий внутри квадрата 5×5. Таких узлов 16. Следовательно, и квадратов 2×2 тоже 16.

Задача 2. Сколькими способами из квадрата 5×5 можно вырезать «доминошку» – прямоугольник 1×2?

Решение. Из каждого квадрата 2×2 доминошку можно вырезать четырьмя способами. С учётом первой задачи всего получаем $4\times16=64$ способа.

Задача 3. Сколькими способами из квадрата 5×5 можно вырезать уголок из трёх клеток?

Решение. Из каждого квадрата 2×2 такой уголок можно вырезать четырьмя способами. С учётом первой задачи всего получаем $4\times16=64$ способа.

А теперь, зная количество уголков, вернёмся к задаче 2. Из каждого трёхклеточного уголка (которых 64) доминошку можно вырезать двумя способами. Следовательно, всего имеется $2\times64=128$ способов вырезать доминошку из квадрата 5×5.

Так сколько же есть способов вырезать прямоугольник 1×2? Что вы можете сказать об этих решениях? Обратите внимание на заголовок!..

Художник Александр Новосельцев

ГОЛОВОЛОМКА «ЛЕСНАЯ-2025»

Нарисуем в гексагональной сетке[1] прямоугольник, как на рисунке 1, и разрежем его на части. Получим 6 деталей (рис. 2), под каждой проставлен «номер», показывающий её площадь в условных единицах.

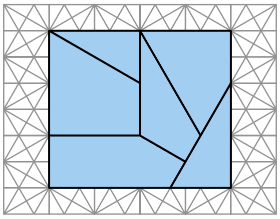


Рис. 1

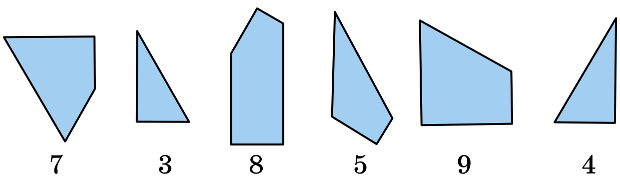


Рис. 2

При решении всех задач детали можно поворачивать и переворачивать, но нельзя накладывать друг на друга.

[1] Гексагональную сетку можно скачать по ссылке kvantik.com/short/hex-grid

ИГРЫ С ПУСТОТОЙ

Вам потребуется коробочка с такими же внутренними размерами, как размеры исходного прямоугольника.

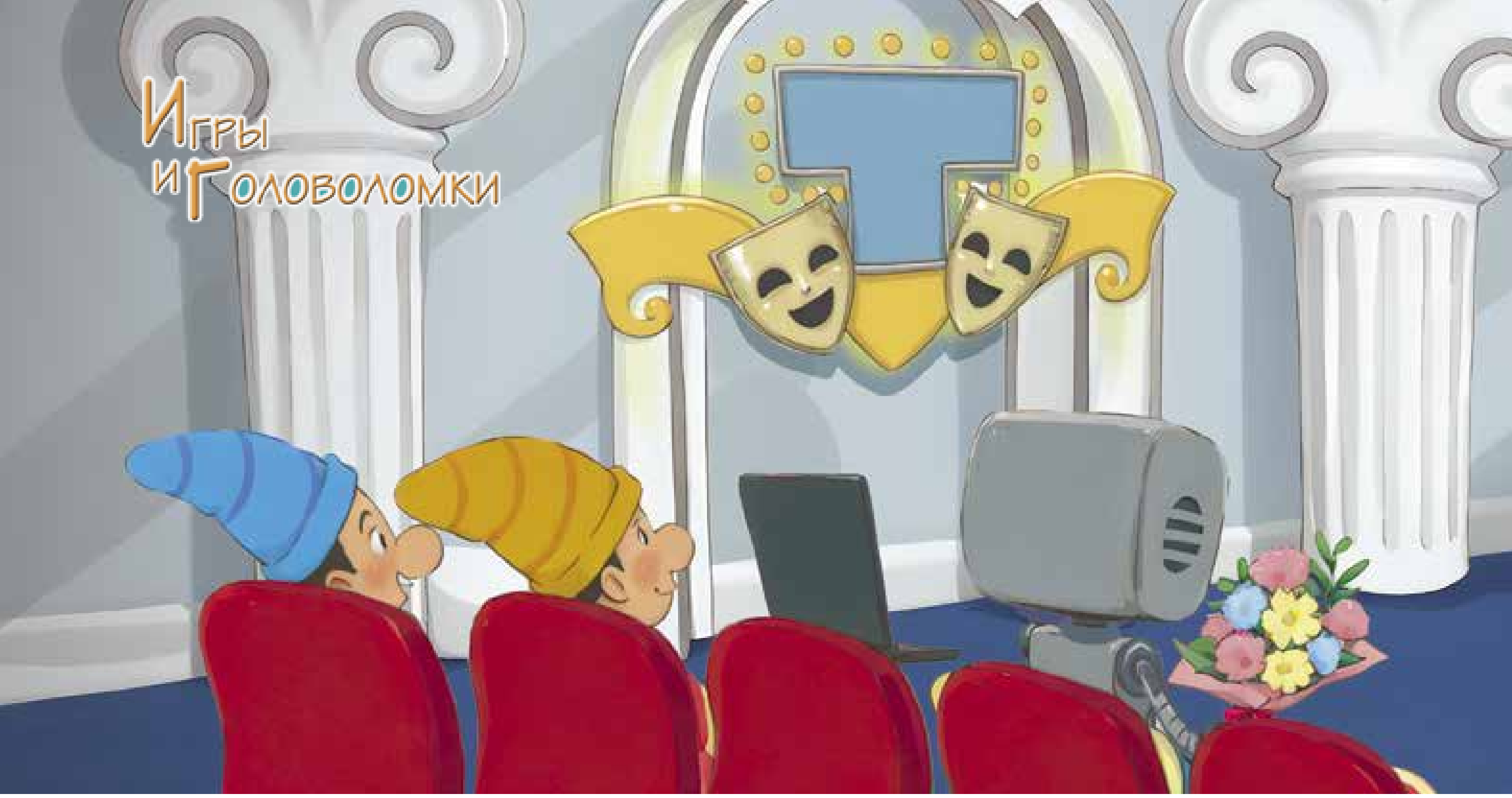
1. Отложите деталь 3 в сторону. Оставшиеся 5 деталей разместите в коробочке так, чтобы образовалось **ровно три** одинаковых (равных по форме и размерам) «пустых места». Эти фигуры («пустые места») могут соприкасаться между собой углами, но не сторонами.

2. Теперь отложите в сторону деталь 4, а оставшиеся пять деталей разместите в коробочке так, чтобы образовалось **ровно 4** одинаковых пустых места.

3. Разместите в коробочке все детали, кроме детали 5, так, чтобы образовалось **ровно 5** одинаковых пустых мест.

ОДИНАКОВЫЕ ФИГУРЫ

4. Используя весь набор детелей, соберите на столе одновременно две оди-



наковые фигуры. Нам известно 8 таких пар, одну приводим в качестве примера (рис. 3). Найдите самостоятельно ещё хотя бы одну пару.

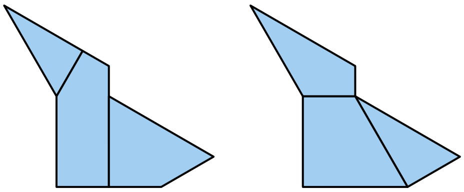


Рис. 3

5. Соберите одновременно три одинаковые фигуры. Задача, похоже, имеет единственное решение, не будем давать никаких подсказок.

БУКВА Т

6. Соберите фигуру, похожую на букву **Т**. Поскольку существует множество разных шрифтов, приведём более строгий силуэт искомой фигуры (рис. 4). Известно два различных решения этой задачи.

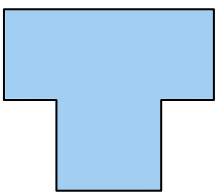


Рис. 4

СИММЕТРИИ

7. Соберите из всех деталей фигуру, обладающую поворотной симметрией второго порядка (то есть при повороте фигуры на 180° относительно центральной точки эта фигура совмещается сама с собой). Известно несколько различных решений этой задачи.

8. Соберите из всех деталей фигуру, обладающую поворотной симметрией третьего порядка (то есть при повороте фигуры на 120° относительно центральной точки эта фигура совмещается сама с собой). Известно два различных решения этой задачи.

РАЗМИНКА

9. Предыдущие задачи достаточно сложны. А вот следующая серия задач для разминки. Используя все детали, соберите на столе последовательно фигуры по заданным силуэтам (рис. 5).

Желаем успехов!

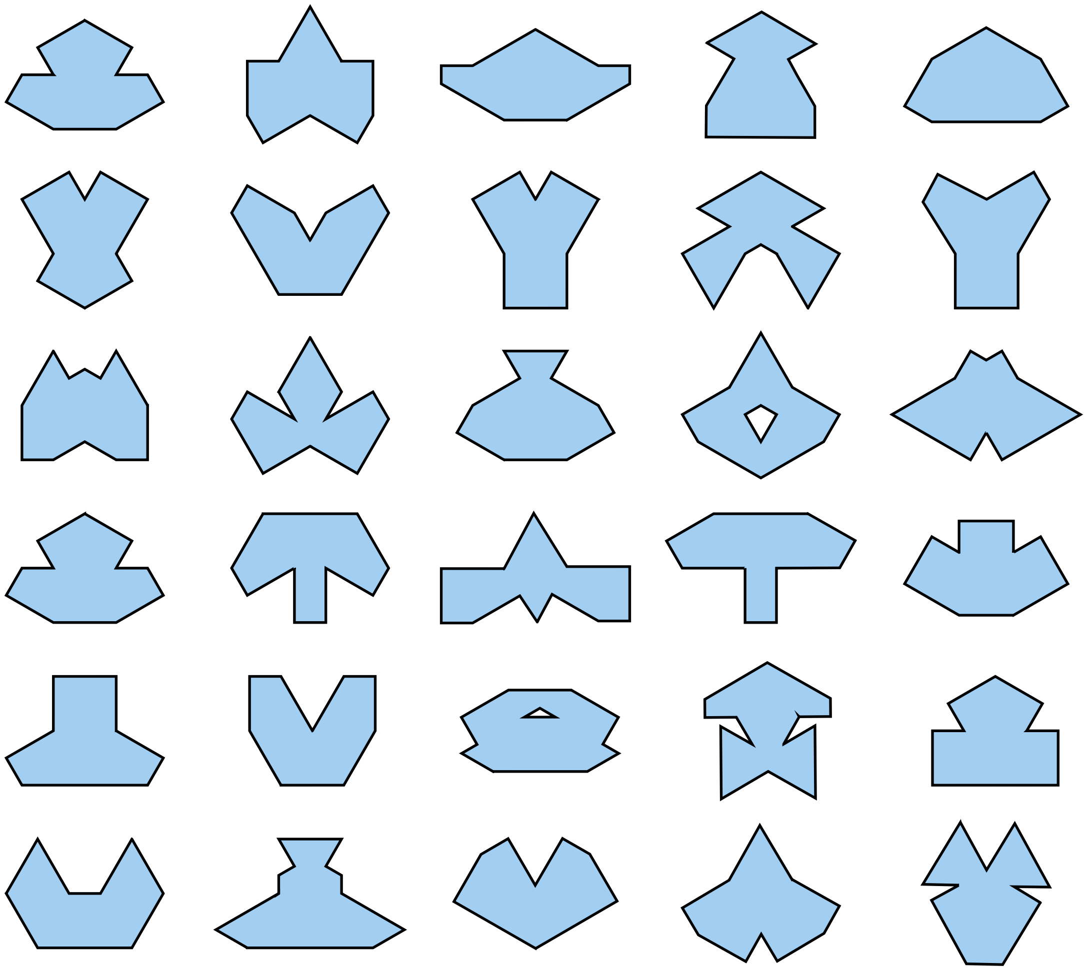


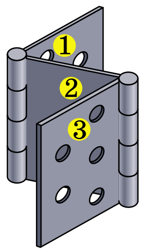
Рис. 5

Художник Татьяна Долгая

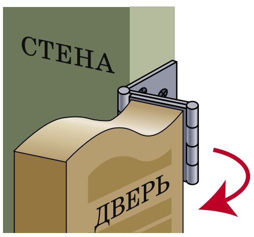
МАЯТНИКОВАЯ ДВЕРЬ

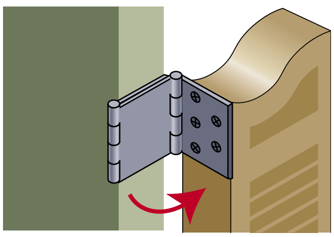
(«Квантик» № 6, 2025)

У каждой петли две пластины, которые соединены осью. Вставим ещё одну пластину между ними так, чтобы оси оказались на противоположных сторонах средней вставной пластины. Получится «двойная» петля с тремя пластинами (на рисунке ниже они пронумерованы: 1, 2 и 3) и двумя стержнями. Чтобы подвесить дверь, понадобится две «двойных» петли или четыре обыкновенных. Такие двери или петли называют *барными*, *маятниковыми* или *пендельтюром* (от немецкого pendel+tür, «маятниковая дверь»).



Первую из крайних пластин прикрепляют обычным образом к косяку, а другую крайнюю – к двери. Если теперь потянуть дверь на себя, раскроется угол между 1 и 2 пластиной. Если же толкнуть дверь от себя, пластины 1 и 2 сомкнутся, но раскроется угол на втором стержне, между пластинами 2 и 3.





В настоящих барных петлях около стержней используют пружины, которые автоматически закрывают дверь. А ещё пружины препятствуют обеим петлям одновременно раскрыться «гармошкой».

Двери, открывающиеся в обе стороны, нужны в общественных местах, а ещё и там, где у людей заняты руки – например, на кухне или в столовой. Такую дверь можно открыть легким толчком в любом направлении.

НАШ КОНКУРС, X тур

(«Квантик» № 6, 2025)

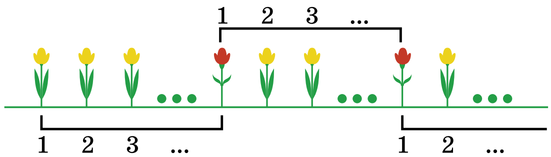
46. *Петя и Вася родились в разные числа одного месяца. В записи обоих чисел используется одна и та же цифра, причём других цифр там нет. Если же оба мальчика родились бы на день раньше, то, записав числа их рождения, мы не нашли бы там одинаковых цифр. В каком месяце родились Петя и Вася?*

Ответ: в марте. Так как даты рождения различны, а числа записываются одними и теми же цифрами, Петя и Вася могли родиться либо 1 и 11 числа, либо 2 и 22. Но во втором случае в записи предыдущих дней, 1 и 21, повторяется 1. Значит, перед днями рождения мальчиков были 10 число и последнее число предыдущего месяца. Это не 31 и не 30 число (иначе 1 или 0 повторится) – значит, это 28 или 29 февраля, а Петя и Вася родились в марте.

47. *Катя высадила в ряд несколько тюльпанов, а Таня – несколько гвоздик. Катин ряд (от первого цветка до последнего) оказался в* 15 *раз длиннее Таниного, а цветков на нём только в* 13 *раз больше, чем на Танином. Расстояние между любыми соседними цветками равно* 10 *см. Какова длина Катиного ряда и какова длина Таниного? (Толщину цветков считайте нулевой.)*

Ответ: ряд Кати – 900 см, ряд Тани – 60 см.

Разделим Катин ряд на 15 участков такой же длины, как ряд Тани. У соседних участков один цветок будет общим (см. рисунок). Значит, умножив число цветков Тани на 15, мы получим на 14 больше, чем цветков у Кати («граничные» цветки мы посчитали дважды).



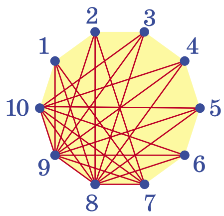
Значит, всего в Катином ряду столько же цветков, как в 15 рядах Тани, минус 14, а с другой стороны, их в 13 раз больше, чем в ряду Тани. Получается, что лишние 14 цветков – это два ряда Тани, то есть в ряду Тани 7 гвоздик.

Тогда длина Таниного ряда равна $(7-1)\cdot 10 =$ $= 60$ см (так как промежутков на 1 меньше, чем цветков), а длина Катиного в 15 раз больше.

48. *В поход пошли* 10 *туристов, каждый день дежурили двое из них, и ни одна пара не дежурила более одного раза. При этом ровно шестеро туристов дежурили с тремя другими, ровно один – с пятью другими, и ровно двое – с девятью другими. Сколько дней длился поход? Укажите все возможные варианты.*

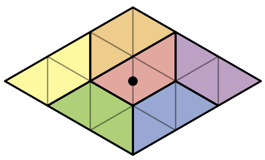
Ответ: 24. Занумеруем туристов: пусть туристы 1, 2, ..., 6 дежурили с тремя другими, турист 7 – с пятью, туристы 8 и 9 – с девятью. Выясним, сколько дней мог дежурить турист 10. Каждый день дежурят двое, поэтому, взяв у каждого туриста количество его дежурств и сложив все эти числа, мы получим удвоенное количество дней – чётное число. У первых девяти туристов эта сумма равна $6\cdot3+5+2\cdot9=41$, значит, десятый дежурил нечётное число дней. При этом он точно был в парах с туристами 8 и 9, но не мог дежурить с тремя, пятью или девятью другими (такие туристы имеют номер от 1 до 9). Значит, турист 10 дежурил семь раз, а поход длился $(41+7):2=24$ дня.

Возможный пример: туристы 8 и 9 дежурили с каждым из остальных, турист 10 – со всеми, кроме 1 и 2, а турист 7 – ещё с 1 и 2 (см. рисунок, точки обозначают туристов, каждая линия соединяет пару дежуривших).



49. *Можно ли разрезать ромб с углами* 60° *и* 120° *на* 6 *равных (и по форме, и по размеру) частей так, чтобы центр ромба оказался строго внутри (не на границе) одной из этих частей?*

Ответ: можно, см. рисунок. Ромб разделён на одинаковые равносторонние треугольники со стороной в 3 раза меньше стороны ромба, и каждая часть составлена из трёх таких треугольников.



Кстати, можно ли разрезать круг на равные части так, чтобы центр оказался строго внутри одной из частей, неизвестно!

50. *У Паши есть 5 грузов, которые весят 1, 2, 3, 4 и 5 граммов, а также электронные весы: если на них поставить один или несколько грузов, они покажут их суммарный вес. У весов сломался экран, поэтому вместо любой цифры они показывают «?». Например, число 6 эти весы покажут как «?», а число 2025 – как «????». Веса каких грузов можно однозначно восстановить, пользуясь только этими электронными весами? (Можно делать сколько угодно взвешиваний.)*

Ответ: 1, 4 и 5 граммов. Заметим, что только пара 4, 5 даёт с любым оставшимся грузом вес «??». Перебрав все пары, мы разделим грузы на группы 1, 2, 3 и 4, 5. Далее, только пара 2, 3 из первой группы даёт с одним из грузов второй группы вес «??». Это даёт нам возможность определить грузы 4, 5, а также груз 1 (он из первой группы и не в паре 2, 3).

Пусть грузы 2 и 3 можно различить. Взвешенные вместе, они неотличимы. Тогда должны найтись два взвешивания, отличающиеся лишь тем, что в одном вместо 2 будет 3, и дающие разные результаты. Понятно, что взвешивание с грузом 2 (первое) даёт «?», а с грузом 3 – «??». Тогда первым взвешиванием мы набрали 9, а значит, набрали 7 с помощью только грузов 1, 4 и 5, что невозможно. Противоречие.

СТУПЕНЧАТЫЙ КРЕСТ
(«Квантик» № 7, 2025)

Площадь этого ступенчатого квадрата равна $13\cdot5+8=73$, значит, сторона равновеликого ему квадрата равна $\sqrt{73}$, а это гипотенуза прямоугольного треугольника с катетами 3 и 8. Разрезание показано на рисунке.

Совершенно аналогично находятся разрезания для следующих ступенчатых крестов. Их площади вычисляются по формуле $10n^2-6n+1$.

СЛОЖИ ИЗ ПРЯМОУГОЛЬНИКА, РАЗРЕЖЬ НА КУБИКИ («Квантик» № 7, 2025)

Чтобы разобраться, как складывать заготовку, посмотрим на её центральную точку, обозначим её A. Это общая вершина четырёх квадратов и к ней не подходит ни одного разреза. Где окажется точка A, когда мы сложим нашу объёмную фигуру (рис. 1)? К этой точке по-прежнему должны примыкать четыре квадрата, значит, она окажется на середине ребра большого куба. Два квадрата окажутся по одну сторону от линии сгиба, другие два – по другую (рис. 2 и 3).

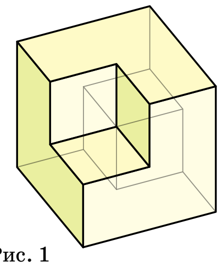


Рис. 1

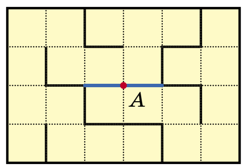


Рис. 2

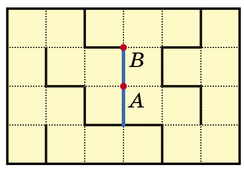


Рис. 3

Проверим, что вариант на рисунке 3 невозможен. Посмотрим на верхний конец синей линии сгиба, обозначим его B. В точке B кончается разрез. Когда мы будем склеивать поверхность, к точке B могут подклеиться ещё квадраты, но во всяком случае всего у точки B их окажется не меньше четырёх. Вспомним, что B лежит на линии сгиба, значит, она должна попасть в вершину большого куба, где может сходиться только 3 квадрата, противоречие. Значит, заготовку нужно сгибать, как на рисунке 2. Осталось разобрать всего два случая – в какую сторону сгибать, на себя или от себя. Какой из них верный – найдите опытным путём.

ВЕДРО И ТЕНЬ («Квантик» № 7, 2025)

Ответ: уменьшилась.

Первое решение. Верхнее основание параллельно полу, поэтому оно параллельно «перенесётся» светом, и тень от него на полу будет таким же кругом.

Чтобы нарисовать всё трёхмерное ведро, можно провести всевозможные отрезки, соединяющие точки на верхнем основании с точками на нижнем. Поэтому и полная тень получается так – соединяем отрезками точки у тени одного основания с точками у тени второго.

В обоих случаях тени оснований будут располагаться на равном расстоянии друг от друга (так как центры оснований у обычного и перевёрнутого ведра просто меняются местами). Значит, полные тени симметричны друг другу и равны (рис. 1).

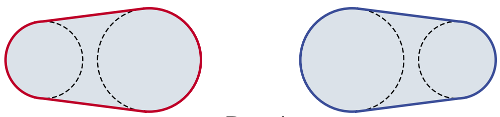


Рис. 1

(На рисунке изображён случай, когда тени верхнего и нижнего оснований не пересекаются, но они могут пересекаться; меньшая тень даже может лежать внутри большей.)

Видимая тень получается удалением из полной тени нижнего основания. Поэтому у перевёрнутого ведра видимая тень меньше.

Второе решение. Совместим ведро (красное) и его перевёрнутую копию (синее), как на рисунке 2. Эта конструкция симметрична: каждая точка красного ведра переходит в точку синего, если её «отразить относительно центра», так что центр – середина отрезка от точки до её отражения (рис. 3). Посмотрим на полную тень «ежа» из этих отрезков (рис. 4). Центр упадёт на какую-то точку O, а каждый отрезок станет отрезком с серединой в O. Но тогда все красные и синие тени можно поменять местами поворотом вокруг O на 180° (это тоже центральная симметрия), значит, обе полные тени равны. Так как тень под самим ведром больше у перевёрнутого, получаем ответ.

Рис. 3

Рис. 2

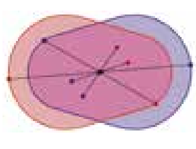


Рис. 4

ЭТРУССКИЕ КУБИКИ

1. Предположим, что все представленные числа – от одного до шести, поскольку встречаются на развёртке кубика. Тогда можно решить систему уравнений и получить:

V⊗ × ΙD = V⊗ + ⅃Λ‡	1×3=1+2
ΨΛΜ + ΛΜ = 11	5+6=11
8 × ΙD = ⊗V⊟ × ΛΜ	8×3=4×6

Действительно, сумму 11 можно получить только как 5+6. Если ΛΜ=5, то в третьем уравнении левая часть тоже должна делиться на 5, чего с помощью оставшихся чисел 1, 2, 3, 4 достичь невозможно. Значит, ΛΜ – это 6, а ΨΛΜ – это 5. Тогда левая часть третьего уравнения должна делиться на 6, откуда ΙD = 3, а ⊗V⊟ = 4. Остаётся подставить 1 и 2 в первое уравнение; подходит только V⊗ = 1, ⅃Λ‡ = 2 (рис. 1).

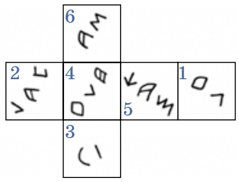


Рис. 1

2. Свойство стандартных игральных кубиков (рис. 2) состоит в том, что сумма чисел на противоположных гранях всегда равна 7 (1 – 6, 2 – 5, 3 – 4). Значит, либо кости из Тускании построены по другому принципу (1 – 4, 2 – 5, 3 – 6; тогда, например, разность противоположных чисел всегда 3), либо наше понимание этрусских чисел неверно. Тогда нужно поменять местами либо 1 и 3, либо 4 и 6. Учитывая условие, что хотя бы одно из чисел чётно, получаем ответ: 4 и 6.

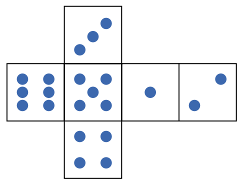


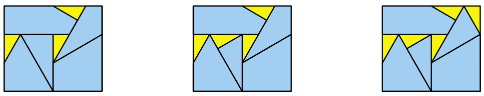
Рис. 2

ОДИН, РАЗ, ДВА, ТРИ... ИЛИ ТРИ ЗАДАЧИ «С РЕШЕНИЯМИ»

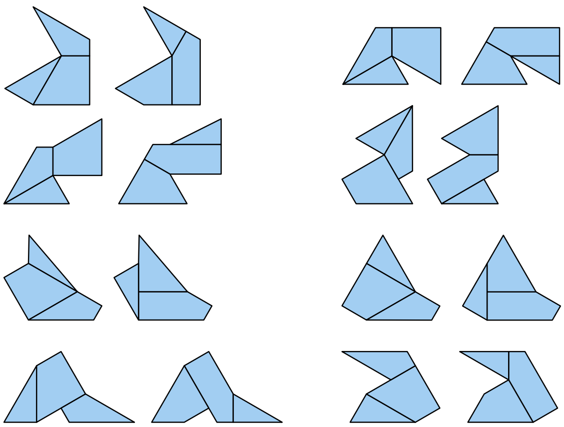
Ответ: 40 способов. Решения задач 1 и 3 правильные, а 2 – нет. В чём отличие? В задаче 1 в каждом узле находится центр лишь одного квадрата 2×2, поэтому узлов и квадратов поровну. В задаче 3 уголок содержится в единственном квадрате 2×2, поэтому уголков в 4 раза больше, чем квадратов 2×2. В задаче 2 доминошка может лежать сразу в двух квадратах 2×2. Такая доминошка будет посчитана дважды, поэтому 64 – это количество способов вырезать доминошку (их 40) плюс количество доминошек, которые лежат в двух квадратах 2×2 (их 24, это доминошки, длинная сторона которых не примыкает к границе квадрата 5×5).

ГОЛОВОЛОМКА «ЛЕСНАЯ-2025»

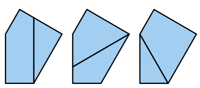
1, 2, 3. Фигуры с тремя, четырьмя и пятью одинаковыми пустотами:



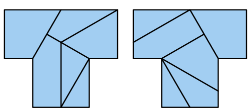
4. Пары одинаковых фигур:



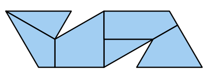
5. Тройка одинаковых фигур:



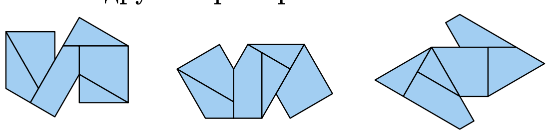
6. Буква **Т**:



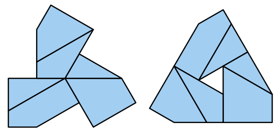
7. Фигуру с симметрией второго порядка легко получить из пары одинаковых фигур из задачи 4 – например, так:



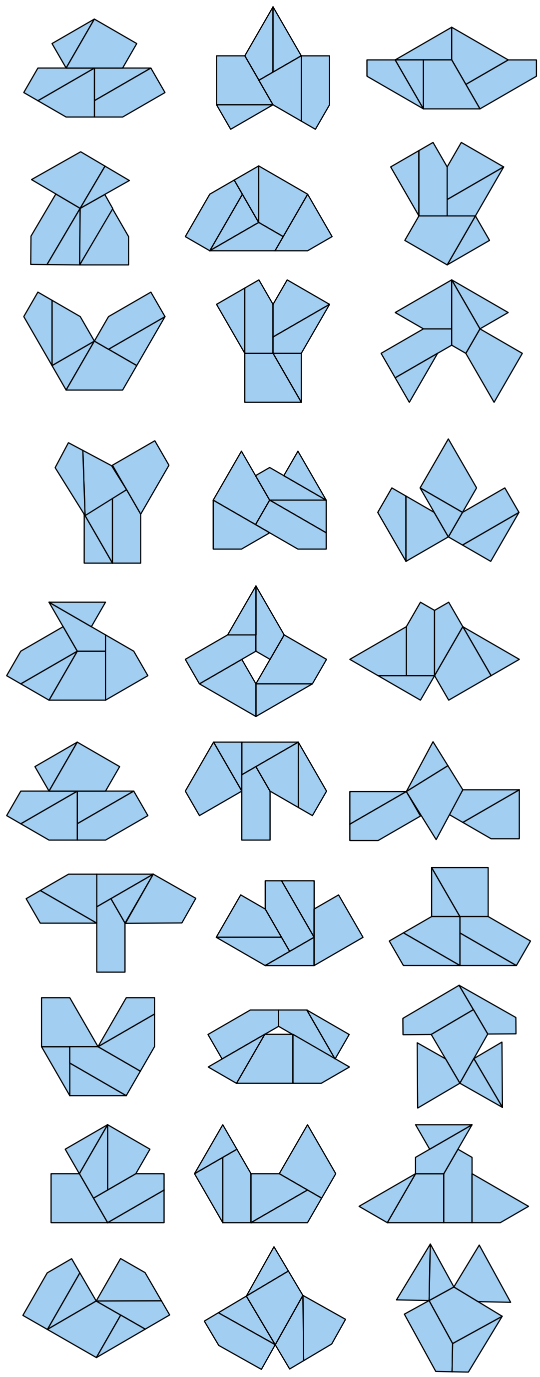
Есть и другие примеры:



8. Фигуру с поворотной симметрией третьего порядка легко получить из тройки одинаковых фигур из задачи 5. Это можно сделать бесконечно многими способами, вот два из них:



9. Сборка фигур по заданным силуэтам:



наш КОНКУРС

Приглашаем всех попробовать свои силы в нашем

заочном математическом конкурсе.

Третий этап состоит из четырёх туров (с IX по XII) и идёт с мая по август.

Высылайте решения задач XII тура, с которыми справитесь, не позднее 5 сентября в систему проверки **konkurs.kvantik.com** (инструкция находится по адресу kvantik.com/short/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!

XII ТУР

56. Дети собирали в саду яблоки и груши. Оказалось, что все собрали плодов поровну. Костя собрал треть количества всех яблок и пятую часть количества всех груш. Сколько было детей?

57. а) Один кот съедает один батон колбасы за 15 минут. У вас есть 3 батона колбасы и 5 котов. Как с помощью них отмерить 1 минуту? Батон колбасы можно дать одновременно любому количеству котов, и они будут поедать его равномерно. б) Получится ли отмерить минуту, если батонов всего 2?

Авторы задач: Сергей Дворянинов (56), Татьяна Казицына (57), Борис Френкин (58, 60), Игорь Акулич (59)

58. Остров среди моря имеет форму правильного десятиугольника. В некоторых точках побережья предполагается установить маяки. Какое наименьшее количество маяков нужно, чтобы

а) из любой точки моря, достаточно далёкой от берега, был виден хотя бы один маяк;

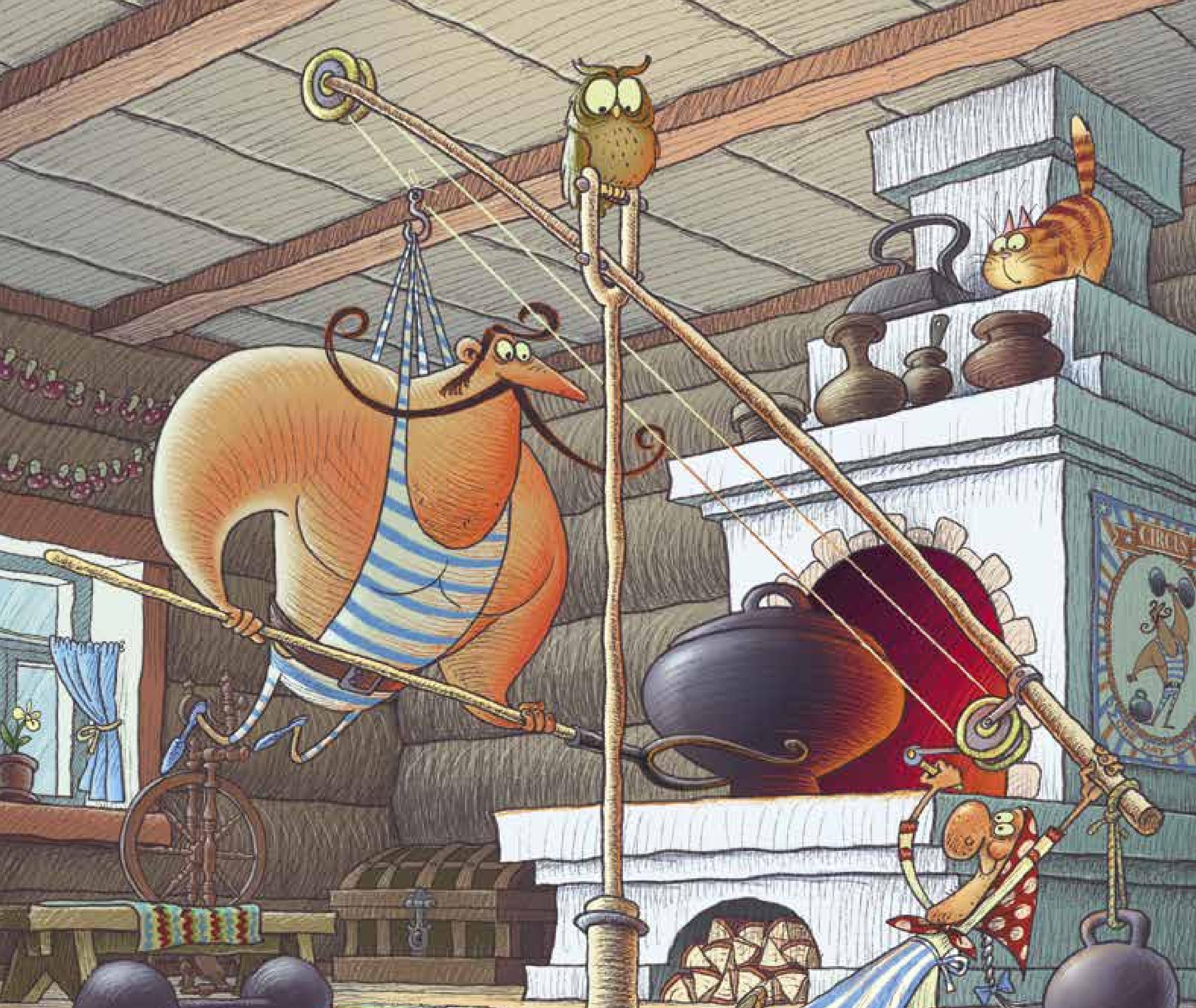
б) всё море было освещено?

(Считайте маяк точкой. Маяк светит во все стороны, свет от него распространяется в море неограниченно далеко. Весь остров покрыт высокими скалами, через них ничего не видно.)

59. Какое а) наименьшее; б) наибольшее количество фишек можно расставить на шахматной доске 8×8 так, чтобы в любом клетчатом квадрате 3×3 стояла ровно одна фишка?

60. В центре круглой площади начинаются 4 дороги: на север, восток, юг и запад. По всему краю площади высажены деревья через равные расстояния. Между северной и восточной дорогами растёт 8 деревьев, между восточной и южной тоже 8, между южной и западной 7. Сколько деревьев растёт между западной и северной дорогами?

Художник Николай Крутиков



УХВАТ

Горшок поставлен на край печи. Чтобы приготовить еду, горшок с помощью ухвата приподнимают и задвигают внутрь печи, а затем, когда пища приготовлена, так же вынимают обратно на край. А как вынуть из глубины печи тяжёлый горшок, поднять который ухватом едва хватает сил? Придумайте простое приспособление, которое поможет перемещать ухватом тяжёлые горшки в печи.

Художник Yustas

Автор Никита Солодовников

ISSN 2227-7986
25008
9 772227 798251