№ 10 | октябрь 2016

Издаётся Московским центром непрерывного математического образования

e-mail: kvantik@mccme.ru

ЖУРНАЛ КВАНТИК

ДЛЯ ЛЮБОЗНАТЕЛЬНЫХ

№10
октябрь
2016

АРИФМЕТИКА ДЛЯ КУПЦОВ

УМНИКИ И ЛОДЫРИ

В КАКУЮ СТОРОНУ?

Enter

www.kvantik.com
kvantik@mccme.ru

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

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

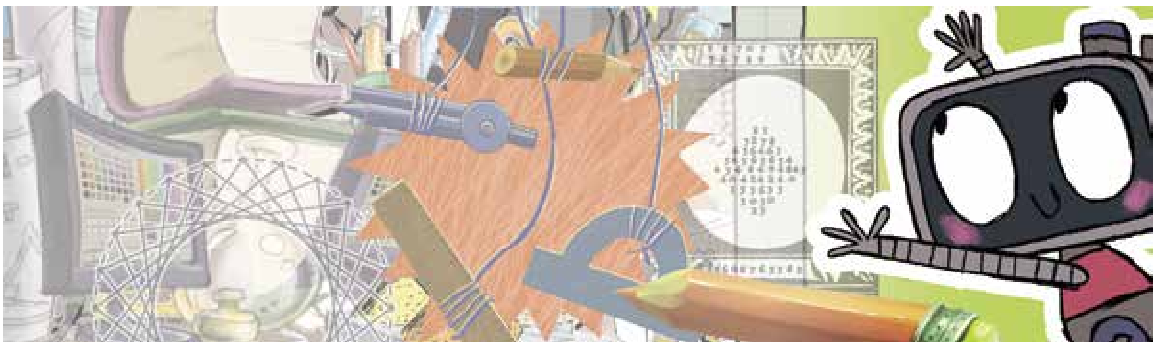
Журнал «Квантик» № 10, октябрь 2016 г.
Издаётся с января 2012 года
Выходит 1 раз в месяц
Свидетельство о регистрации СМИ:
ПИ № ФС77-44928 от 04 мая 2011 г.
выдано Федеральной службой по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций (Роскомнадзор).
Главный редактор: С. А. Дориченко
Редакция: В. А. Дрёмов, Д. М. Кожемякина, Е. А. Котко, И. А. Маховая, А. Б. Меньщиков, М. В. Прасолов
Художественный редактор
и главный художник: Yustas-07
Вёрстка: Р. К. Шагеева, И. Х. Гумерова
Обложка: художник Yustas-07

Учредитель и издатель:
Негосударственное образовательное учреждение «Московский Центр непрерывного математического образования»
Адрес редакции и издателя: 119002, г. Москва, Большой Власьевский пер., д. 11
Тел.: (499) 241-08-04, e-mail: kvantik@mccme.ru,
сайт: www.kvantik.com
Подписка на журнал в отделениях связи Почты России:
▪ Каталог «Газеты. Журналы» агентства «Роспечать» (индексы **84252** и **80478**)
▪ «Каталог Российской прессы» МАП (индексы **11346** и **11348**)
Онлайн-подписка по «Каталогу Российской прессы» на сайте **vipishi.ru**

По вопросам распространения обращаться по телефону **(495) 745-80-31**
и e-mail: **biblio@mccme.ru**
Формат 84х108/16
Тираж: 7000 экз.
Подписано в печать: 07.09.2016
Отпечатано в соответствии с предоставленными материалами в ООО «ИПК Парето-Принт»,
Адрес типографии: 170546, Тверская обл., Калининский р-н, с/п Бурашевское, ТПЗ Боровлево-1, 3«А»
www.pareto-print.ru
Заказ №
Цена свободная
ISSN 2227-7986

6+

СОДЕРЖАНИЕ



Валерия Сирота

ПРИГЛАШЕНИЕ К ПУТЕШЕСТВИЮ

(О ВТОРОЙ КОСМИЧЕСКОЙ СКОРОСТИ И ГРАВИТАЦИОННОМ РАЗГОНЕ)

– Хотите лететь на Сатурн? С пролётом мимо Венеры и Юпитера. Для вас найдётся свободное место. Только учтите, времени в обрез – старт через 5 лет. Зато потом ждать недолго: 4 года – и там!

Хм, за 5 лет, пожалуй, собраться можно... А 4 года в дороге – это много или мало? Давайте прикинем... От Земли до Солнца 150 млн км (это расстояние в астрономии называется *астрономической единицей* и обозначается 1 а.е.). От Солнца до Сатурна – 1400 млн км, то есть почти 10 а.е. Значит, кратчайшее расстояние от Земли до Сатурна по прямой – когда они по одну сторону от Солнца – 1250 млн км. Допустим, мы ехали бы на машине со скоростью 100 км/ч. Тогда – 12,5 млн ч... Сколько часов в году? $365 \cdot 24$ – это примерно то же, что $360 \cdot 25 = 360 \cdot 100 : 4 = 9000$. Значит, ехать нам (12,5 млн ч) : (9000 ч в году) $\approx$ 1400 лет... Ой! Лучше на самолёте, он 1000 км в час летит, в 10 раз быстрее... Всё равно – 140 лет получается...

Нет, стоп. При чём тут самолёт? Мы же на космическом корабле полетим! Вот же, написано в книжках: чтобы улететь далеко от Земли, нужно развить скорость 11,2 км/с – она называется *вторая космическая*. С этой скоростью и полетим, (1250 млн км) : : (11,2 км/с) $\approx$ 100 млн с. В году примерно $3 \cdot 10^7 =$ = 30 млн с,[1] значит, (100 млн с) : (30 млн с/год) $\approx$ 3 года. Это другое дело! Так можно и лететь!

Вопрос 1. Почему вторая космическая скорость здесь на самом деле совсем ни при чём?

А кстати, что такое вторая космическая скорость? Если мы кинем с поверхности Земли камушек, он полетит вверх метров на 5 или 10, а потом остановится и упадёт обратно. Конечно, его притягивает Земля, тормозит – и ему не хватает скорости преодолеть её притяжение. Если кинуть сильнее, например, выстрелить из пушки – снаряд поднимется выше, но всё

[1] Запись 10^7 означает число, которое записывается единицей с семью нулями. Читается – «десять в седьмой степени». Такая запись очень удобна, когда имеешь дело с большими числами.

равно не очень высоко – максимум километров на 50, а затем остановится и упадёт обратно. Так вот, вторая космическая – это скорость, с которой надо кинуть с Земли камушек, чтобы ему «хватило скорости» преодолеть притяжение и улететь далеко. Но пока он улетает, Земля его тормозит, и там, далеко от Земли, он будет лететь уже очень медленно! Можно сказать, что, улетев совсем далеко, он остановится. Так что на какой скорости мы полетим к Сатурну, зависит как раз от того, **насколько** наша «стартовая» скорость будет **больше** второй космической.

Да и на Земле, кстати сказать, нет такой пушки, чтобы придать снаряду такую большую скорость – ведь 11,2 км/с $\approx$ 40 тыс км/час! Именно из-за этого полёты в космос были невозможны, пока не придумали использовать реактивное движение. Ракету не надо сразу кидать с большой силой, она сама набирает скорость, сжигая и «отбрасывая» вниз топливо. Если вы посмотрите съёмку старта космического корабля, вы увидите, что никакой большой скорости (а не то что второй космической) у ракеты вначале нет. И на то, чтобы набрать скорость, преодолеть земное притяжение и вывести на орбиту – даже просто вокруг Земли! – маленький космический аппаратик, расходуются обе огромные ракетные ступени с топливом. А дальше спутник уже летает по инерции, не включая двигатели.

А ведь чтобы долететь до Сатурна, мало преодолеть земное притяжение – надо ещё преодолеть солнечное! И при удалении от Солнца, так же как и при удалении брошенного камня от Земли, скорость будет уменьшаться – чтобы поддерживать её постоянной, нужно было бы всё время держать двигатели включёнными, на это никакого топлива не хватит.

Итак, ракета-носитель выводит космический аппарат на нужную орбиту, ускоряя его своими двигателями; когда топливо расходуется, ступени ракеты одна за другой отпадают, и в конце концов остаётся только сам маленький аппарат с маленьким запасом топлива «для манёвров», который летит уже по инерции, выключив двигатель, и скорость падает по мере удаления от Солнца... Да и летит он, между прочим,

не по прямой, а – как и все планеты, кометы, и вообще всё в Солнечной системе – по дуге эллипса[2].

Почему не по прямой? Ведь можно было бы лететь строго от Солнца? Потому что в борьбе за скорость мы пользуемся помощью очень мощного союзника – нашей собственной планеты. Она движется вокруг Солнца со скоростью 30 км/с – а вместе с ней и все мы, и наши космические корабли! Скорость эта направлена вдоль орбиты Земли, поперёк направления «от Солнца»; чтобы лететь ровно от Солнца, пришлось бы эту скорость погасить, а где уж нам... Гораздо лучше, наоборот, её использовать, прибавив к ней собственную скорость, достигнутую двигателями. Поэтому выгоднее всего направить космический аппарат в ту же сторону, куда летит Земля.[3]

Но если так уж трудно оказалось добраться до Сатурна – зачем по дороге залетать к Юпитеру и тем более к Венере, которая вообще «не в той стороне»? Но к Юпитеру залетали все космические аппараты, когда-либо достигавшие орбиты Сатурна. Оказывается, не только ради интереса посмотреть на него вблизи. Без помощи Юпитера мы вообще едва могли бы долететь до Сатурна. Полёт к нему не удлиняет, а укорачивает путешествие, так как он помогает нам разогнаться! (На рисунке внизу показан – не в масштабе – старт космического аппарата с Земли и гравитационный разгон на Юпитере.) Подумайте, как это происходит? Ответ и окончание этой истории мы опубликуем в следующем номере.

В одном из следующих номеров «Квантика» мы отправимся в экспедицию по планетам Солнечной системы. Но, собираясь в любое путешествие, надо получше к нему подготовиться и представлять себе маршрут! Поэтому предлагаем вам пока сделать «лабораторную работу» и решить несколько задач про планеты, которые мы посетим в первую очередь.

[2] Эллипс – замкнутая фигура на плоскости, вроде овала, но симметричная. Его легко представить себе так: если «сбоку» осветить лампочкой круг, то тень будет иметь форму эллипса. А если в компьютерной «рисовалке» взять круг и растянуть в одном направлении – тоже получится эллипс.

[3] По похожей причине – чтобы использовать вращение Земли вокруг оси – большинство спутников запускают «на восток» – против часовой стрелки, если смотреть с северного полюса, а космодромы стараются строить поближе к экватору.

Лабораторная работа

В таблице приведены разные характеристики планет Солнечной системы. Попробуйте нарисовать или сделать *масштабную* модель Солнечной системы: такую, где все расстояния и размеры уменьшены в одно и то же число раз.

Планета	Расстояние до Солнца		Радиус		Масса в массах Земли
	а.е.	*млн км*	*в радиусах Земли*	*км*	
Меркурий	0,4	60	0,4	2 400	1/20
Венера	0,7	110	0,95	6 000	4/5
Земля	1	150	1	6 400	1
Марс	1,5	230	0,5	3 400	0,1
Юпитер	5	800	11	70 000	300
Сатурн	10	1400	10	60 000	95
Уран	20	2900	4	25 000	15
Нептун	30	4500	4	25 000	17

(Делать это придётся на улице! Если не получится сохранить все пропорции, «жертвуйте» размерами планет: лучше пусть они будут непропорциональными, но расстояния –«правильными». Целиком орбиты рисовать не надо: можно выбрать для модели момент, когда все планеты расположены близко к одной прямой.) Радиус Солнца равен примерно 700 тыс км.

Задачи

1. Меркурий делает один оборот вокруг Солнца за 88 земных суток, а время его оборота вокруг оси – меркурианские сутки – равно 58 земных суток = 2/3 меркурианского года.

Сколько времени на экваторе этой планеты длится день, то есть светит Солнце? Сколько времени длится ночь?

Меркурий вращается (и вокруг Солнца, и вокруг оси) против часовой стрелки, и оси обоих вращений направлены одинаково (то есть плоскость экватора совпадает с плоскостью орбиты). Орбиту считайте круговой.

Подсказка. Нарисуйте круг – орбиту Меркурия («вид сверху», как будто вы смотрите со стороны полюса), сам Меркурий – покрупнее! – и выделите какую-нибудь точку на его экваторе; например, ту, где сейчас полдень или восход. Теперь нарисуйте, где будет Меркурий на орбите и где на нём будет выбранная точка через 1/3 меркурианского года = 1/2 меркурианских суток, через 2/3 года, через год... Поскольку ситуация через год не повторится, вам придётся проследить, что происходит в течение нескольких лет. Когда в выбранном вами месте будет закат? А следующий восход?

2. Древние называли Венеру вечерней и утренней звездой и считали, что она «едина в двух лицах». Почему?

3. Радиус Марса в 2 раза меньше, чем радиус Земли, а его масса – в 10 раз меньше, чем у Земли. У какой из этих планет больше плотность? Во сколько раз?

Художник Анна Горлач

ПРЕДАНЬЯ СТАРИНЫ

Наталья Рожковская

АРИФМЕТИКА ДЛЯ КУПЦОВ

Во времена эпохи Возрождения развитие торговых связей между европейскими городами привело к новым видам коммерческих отношений.

Умение торговаться, обращаться с валютой разных стран, составлять смету, оформлять кредиты, вести сложную бухгалтерию стало необходимым. Появились специальные школы, где сыновья купцов могли обучиться арифметике. Для этих школ были написаны учебники по математике. Как правило, в этих учебниках разбирались примеры практических подсчётов, предлагалась справочная информация о курсах валют, а также советы о том, как вести учёт продаж.

Например, в знаменитой немецкой книге «Быстрый и приятный счёт для всех торговцев», изданной Иоганном Видманом в 1489-м году, можно встретить такую задачу:

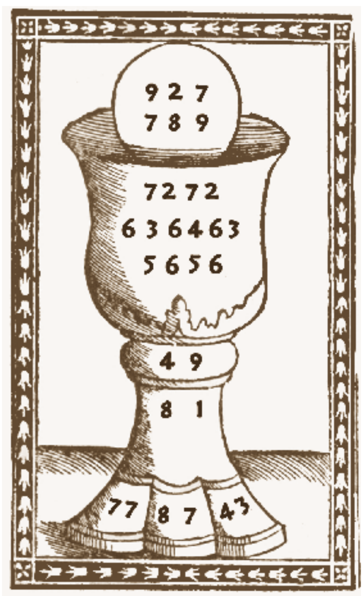
Один человек пришёл к меняле в Вене с 30-ю монетами в нюрнбергской валюте: «Пожалуйста, поменяйте мои 30 монет и дайте мне столько венских монет за них, сколько они стоят». Меняла не знал, сколько венских монет он должен дать человеку. Тогда он пошёл в денежную контору, и там ему дали совет: 7 венских монет стоят 9 монет из Линца, 8 монет из Линца стоят 11 монет из Пассау, 12 монет из Пассау стоят 13 монет из Фильсхофена, 15 монет из Фильсхофена стоят 10 монет из Регенсбурга, 8 монет из Регенсбурга стоят 18 монет из Ноймаркта, а 5 монет из Ноймаркта стоят 4 нюрнбергские монеты. Сколько венских монет стоят 30 нюрнбергских монет?

Однако, несмотря на то, что в Европе в XIV веке уже были широко распространены арабские цифры, единых обозначений для многих стандартных математических операций попрежнему не существовало, а решения задач записывались не так, как мы привыкли записывать их сегодня в наших школах. Вот несколько примеров из итальянской «Книги Счёта», составленной Джироламо и Джиованни Тальенте примерно в 1520-м году. Сможете ли вы сами догадаться, что

представлено на этих диаграммах (они приведены внизу страницы)?

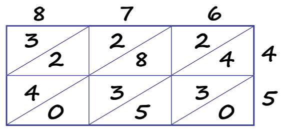
Вы, наверное, сразу догадались, что, например, на первом рисунке число 67048164, написанное внизу, – это произведение чисел 9876 и 6789. Действительно, диаграммы объясняют умножение многозначных чисел. Но что означают остальные числа? Оказывается, это промежуточные результаты. В школе нас научили умножать многозначные числа столбиком. Но есть и другие способы найти произведение двух чисел, и один из них – это умножение решёткой. И сегодня в некоторых школах в других странах этому методу обучают наравне с привычным нам методом умножения столбиком.

Вот как работает этот способ. Допустим, мы хотим умножить 876 на 45. Нарисуем таблицу размером 3 на 2 клетки – по количеству цифр в множителях.



ПРЕДАНЬЯ СТАРИНЫ

Напишем над столбцами цифры первого множителя, числа 876, а рядом со строками – цифры второго множителя, числа 45. Каждую клетку разделим диагональю на две части. Заполним каждую клетку таблицы результатом умножения однозначных чисел соответствующих цифрам, поставив число десятков над диагональю, а число единиц под диагональю клетки. Получим вот такой результат:



Далее, начиная с нижней правой клетки, сложим числа вдоль косых полос, которые мы отметили чередующимся цветом на следующей диаграмме. Как и в обычном умножении столбиком, под каждой полосой запишем число единиц суммы, а число десятков перенесём в следующую полосу.

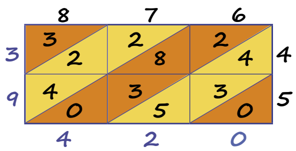
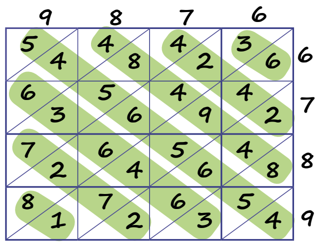


Диаграмма дала нам результат умножения: $876 \cdot 45 = 39420$.

Применим теперь метод умножения решёткой к числам 9876 и 6789 из «Книги Счёта». Но выделим в таблице косые полосы в другом направлении, отличном от стандартного метода. Посмотрите, что получилось в таблице в выделенных цветом диагоналях!



Итак, диаграмма из старинной книги объясняет алгоритм умножения, похожий на метод умножения решёткой, и «в переводе» на современный язык арифметики представляет следующее вычисление:

$$
\begin{array}{r}
9876 \\
\times\ 6789 \\
\hline
81000 \\
484980 \\
424200 \\
+\ 54565654 \\
727200 \\
6364630 \\
36000 \\
\hline
67048164
\end{array}
$$

Надеемся, что вы разобрались в этом несложном методе умножения и теперь легко найдёте несколько ошибок в старинном итальянском справочнике.

Художник Мария Усеинова

Михаил Евдокимов

ФИГУРЫ РАЗМНОЖАЮТСЯ

Предлагаем четыре головоломки на разрезание (три простые и одну сложную).

1. Разрежьте квадрат на четыре части и сложите из них два квадрата.

2. Разрежьте правильный треугольник на четыре части и сложите из них два правильных треугольника.

3. Разрежьте квадрат на четыре части и сложите из них два квадрата разного размера.

4. Разрежьте квадрат на четыре части, ни одна из которых не является прямоугольником, и сложите из них два квадрата разного размера.

Художник Максим Калякин

Ответы читайте в следующем номере

ЛИЗЕ МЕЙТНЕР

Борис Дружинин

В 1946 году по версии Женского национального пресс-клуба США «Женщиной года» стала Лизе Мейтнер. Кто она? Эстрадная певица или киноактриса? Королева красоты? Нет. Государственный деятель? Тоже нет. Так кто же она, Лизе Мейтнер?

Лизе Мейтнер в Вене. 1906 г.

Главное здание Венского университета.

Фото: Йозеф Котулич, викимедиа

КОСМЕТИЧЕСКАЯ ФИЗИКА

Лизе родилась 7 ноября 1878 года в столице Австрии Вене. В женской гимназии Лизе явно превосходила одноклассниц в точных науках: арифметике, алгебре, а потом и в химии и физике. Впрочем, всё получалось не так гладко – никак не удавались ей лабораторные работы. То реактивы перепутает, то пробирку разобьёт, а то и вовсе устроит короткое замыкание.

По окончании школы Лизе Мейтнер, несмотря на лабораторные неудачи, твёрдо решила стать учёным и в 22 года поступила в Венский университет. Ей удивительно повезло. Физику в университете преподавал сам Людвиг Больцман – отец молекулярно-кинетической теории газов. Он очень скоро заметил способности Лизе и стал выделять её среди остальных студентов. Как физик-теоретик, Больцман с пониманием относился к её лабораторным проблемам и загружал в основном теоретическими задачами. И добился своего.

В 1905 году Лизе Мейтнер защитила диссертацию по физике и получила степень «доктор философии». Вы скажете «а что здесь особенного?». А особенное то, что к тому моменту лишь несколько женщин защитили физико-математическую диссертацию. За 30 лет до этого степень доктора получила наша соотечественница Софья Ковалевская. А за несколько лет до Мейтнер защитилась Мария Склодовская-Кюри.

Рассказывают забавный курьёз, что Лизе Мейтнер читала в Берлинском университете важную лекцию, а одна из газет опубликовала об этом сообщение. Название лекции «Проблемы космической физики» какому-то журналисту показалось немыслимым для женщины, и в газете было напечатано: «Проблемы косметической физики».

ВЗЯТИЕ БЕРЛИНА

После защиты диссертации Мейтнер перебралась в Берлинский университет, где её наставником стал ещё один замечательный учёный, отец квантовой физики Макс Планк. Везло Лизе на великих физиков. А спустя

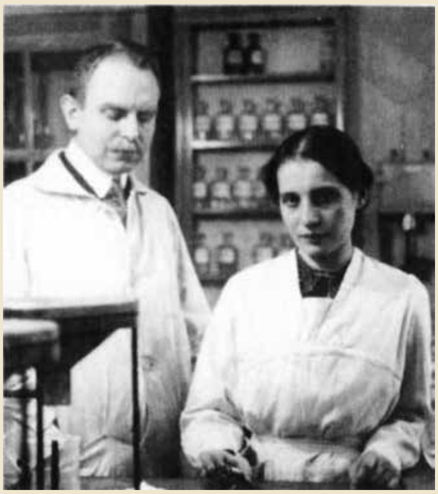
20 лет, в 1926 году, Мейтнер стала профессором Берлинского университета. Она оказалась первой женщиной в Германии, достигшей таких высот в науке.

Здесь Лизе встретила Отто Гана. Знакомство оказалось на редкость плодотворным. Ещё бы! Блестящий физик-теоретик, ученица Больцмана и Планка, и великолепный химик-экспериментатор – «мастер на все руки». Они проработали вместе больше 30 лет и совершили много открытий. Первый по-настоящему большой успех пришёл к ним в 1917 году. После серии тонких экспериментов они открыли первый долгоживущий изотоп протактиния. Их многолетнее сотрудничество в конце концов увенчалось Нобелевской премией, но об этом позже.

Институт кайзера Вильгельма, в котором с 1912 по 1938 год вместе работали Мейтнер и Ган

ТРАНСУРАНОВАЯ ГОНКА

Интересное и счастливое время для физиков совпало с началом XX века. Загадочные икс-лучи Вильгельма Рентгена и таинственная радиоактивность Антуана Беккереля поставили учёных в тупик. Макс Планк выдвинул идею квантования, и, используя её, Альберт Эйнштейн объяснил фотоэффект. Жан Перрен предложил планетарную модель атома, и Эрнест Резерфорд экспериментально её подтвердил. Несогласованность этой модели с законами классической физики сгладил Нильс Бор своей квантовой механикой. А некоторые тёмные места квантовой механики осветил идеей корпускулярно-волнового дуализма Луи де Бройль.



Отто Ган и Лизе Мейтнер в лаборатории

Открытый Джеймсом Чедвиком в 1932 году нейтрон сразу пристроили к делу. Энрико Ферми предложил такую схему осуществления ядерных реакций. Надо облучать какое-либо вещество потоком нейтронов. При захвате нейтрона ядром атома этого вещества возможен распад этого или другого нейтрона на электрон, протон и нейтрино (β-распад), отчего заряд ядра увеличивается на единицу. А это уже ядро атома следующего элемента таблицы Менделеева. Естественно, получать таким способом уже известные элементы неинтересно. А что если попробовать облучать уран и получать элементы, в природе не встречающиеся?

Мемориальная доска Лизе Мейтнер и Отто Гану на одной из улиц Берлина

VII Сольвеевский конгресс «Структура и свойства атомного ядра», 1933 год

Физикам всего мира эта идея пришлась по душе. И началась гонка за трансурановыми (следующими в таблице Менделеева после урана) элементами. Лидировали поочерёдно итальянцы во главе с Ферми, возглавляемые Резерфордом англичане, французы под руководством супругов Жолио-Кюри. В США гонку возглавляли Эдвин Макмиллан и Гленн Сиборг, в Германии – Ган и Мейтнер. Помимо чисто научного интереса это была ещё и погоня за Нобелевской премией. У Резерфорда премия уже была, а остальные скоро получили. Все, кроме Лизе Мейтнер.

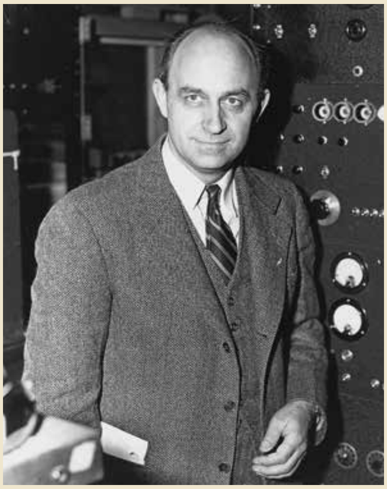
ИДЕЯ ИДЫ НОДДАК

Уже в том же 1932 году Ган и Мейтнер и независимо от них Фезер и Харкинс осуществили ядерные реакции с участием нейтронов, но трансурановых элементов пока не получили и радиоактивности не наблюдали. А два года спустя Энрико Ферми обнаружил искусственную радиоактивность, обусловленную действием нейтронов. Он предположил, что это радиоактивность трансуранового элемента.

Ида Ноддак

Всё было бы хорошо, но немка Ида Ноддак показала, что доводы Ферми неубедительны. Более того, она сделала совершенно невероятное предположение. Основываясь на результатах экспериментов Ферми, она объяснила наблюдаемую в этих опытах радиоактивность так: «можно было бы допустить, что ядра урана распадаются на несколько осколков, которые представляют собой радиоактивные изотопы уже известных элементов».

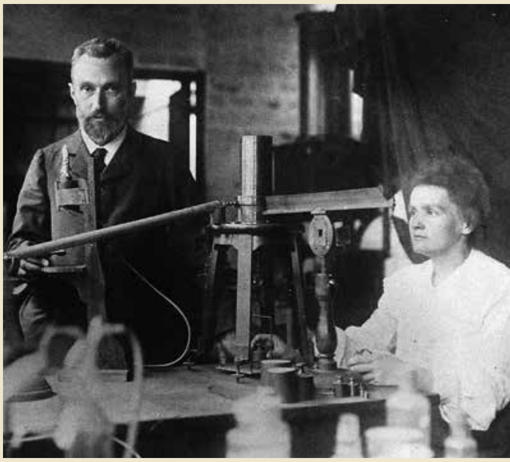
Ида Ноддак не предложила ни экспериментального доказательства, ни теоретического обоснования. К тому же эта гипотеза противоречила общим представлениям физиков-ядерщиков того времени – считалось, что нейтрон с такой маленькой энергией не может расщепить ядро атома. Ферми холодно отнёсся к критике своей работы. Поддерживал его и Отто Ган. По иронии судьбы именно Ган впоследствии поставил эксперименты, результаты которых доказали расщепление ядра.


Энрико Ферми

ПРОЩАЙ, ГЕРМАНИЯ!

В 1933 году к власти в Германии пришли нацисты. А в 1938 году Германия присоединила Австрию, и Мейтнер потеряла защиту, которую давало австрийское гражданство. И хотя ещё в 1908 году Лизе Мейтнер крестилась, обратившись в лютеранство, ей, как еврейке, жить на территории Германии стало опасно. До её научных достижений вождям Третьего рейха не было никакого дела.

С помощью друзей Лизе Мейтнер удалось перебраться в Голландию, потом в нейтральную Швецию. Там она приступила к работе в Нобелевском Королевском институте. Возглавлял институт Карл Манне Сигбан, прекрасный физик, лауреат Нобелевской премии. Но он очень холодно отнёсся к Мейтнер: не обеспечивал её необходимым оборудованием для экспериментов (в лаборатории не было даже омметра, реостатов и конденсаторов), не платил ей денег, а в институтских отчётах указывал как внештатного сотрудника. Но Мейтнер продолжала работать. Жила она на средства от гранта Королевской академии наук, которые были сравнимы с зарплатой лаборанта.


Пьер и Мария Кюри

А ВСЁ-ТАКИ ОНО ДЕЛИТСЯ!

Как быстро летит время! Кажется, совсем недавно молодые учёные Мария и Пьер Кюри изучали только что открытое явление – радиоактивность. Не успели оглянуться, и уже их дочь Ирен облучает уран потоками нейтронов в надежде получить трансурановый элемент. В одной из статей она сообщила, что вместе


Фредерик и Ирен Жолио-Кюри


Мейтнер читает лекцию в Католическом университете Америки. Вашингтон, 1946 год.

с сербом Павлом Савичем обнаружила в продуктах облучения урана какой-то элемент, по своим свойствам похожий на лантан. Откуда он там взялся?

Вот когда Отто Ган вдоволь посмеялся. «Похожий?!» Конечно, физики без химиков обойтись не могут. Дело в том, что атомов вещества, похожего на лантан, насчитывалось всего несколько штук, и чтобы выявить их химические свойства, требовалось провести тончайшие исследования. Разве физики на такое способны?

Но 18 декабря 1938 года именно Отто Ган и Фриц Штрассманн после серии экспериментов обнаружили в продуктах облучения урана тот же лантан, да ещё и барий. Причём не что-то «похожее на лантан», а именно лантан и барий. Немцы боялись поверить самим себе. Облучают нейтронами тяжёлый уран, а получают почему-то элементы среднего веса? Они растерялись.

Плохо стало Гану без Мейтнер. Не мог он понять, откуда взялись лантан и барий. И тогда он тайно отправил через друзей несколько писем Лизе. Она вместе со своим племянником Отто Фришем провела соответствующие расчёты – естественно, с точки зрения физика. Мейтнер убедительно доказала Гану, что не ошиблась Ида Ноддак – лантан и барий появились в результате деления ядра урана.

СТРАШНАЯ СИЛА

Мейтнер и Фриш не только смогли правильно обосновать результаты Гана и Штрассманна, но и оценили энергию, выделяющуюся при распаде одного ядра урана – 200 миллионов электрон-вольт, что в несколько миллионов раз больше, чем в химических реакциях!

Публикация Мейтнер и Фриша вызвала волну экспериментов по всему миру, показавших, что ядро урана действительно делится и что среди осколков, помимо ядер более лёгких элементов, могут оказаться ещё несколько нейтронов, которые, в свою очередь, могут расщепить другие ядра. А это цепная реакция – взрыв огромной силы! В этот момент стало ясно, как ядерная энергия может быть использована для создания страшного ядерного оружия.

LISE MEITNER

ВМЕСТЕ И ВРОЗЬ

Отто Ган опубликовал серию статей, где описал эксперименты и привёл их результаты. Лизе Мейтнер в числе авторов отсутствовала, её имя даже не упоминалось: Ган продолжал работать в Германии, и упоминать еврейку в качестве соавтора было опасно.

Чтобы не бросить тень на Гана, Мейтнер тоже вынуждена была не упоминать его имени в своих публикациях. Вот так и поделили они результаты работы: Ган описывал химическую составляющую экспериментов, а Мейтнер – физическую.

Отто Ган во время Первой мировой войны был призван на год в армию и служил в спецподразделении по разработке химического оружия, хотя прекрасно понимал, к чему приведёт его применение. А вот Лизе Мейтнер, получив предложение переехать в США для работы в Манхэттенском проекте, где сборная команда учёных стремилась опередить Германию в создании атомного оружия, отказалась, заявив, что не хочет делать бомбу.

После перерыва, связанного с войной, возобновил работу Нобелевский комитет. И в 1945 году премию по химии получил Отто Ган «За открытие расщепления тяжёлых ядер». А Лизе Мейтнер почему-то не наградили, хотя без неё у Гана ничего бы не получилось.

ДОЛГО И СЧАСТЛИВО

Через несколько лет после войны англичане пригласили Мейтнер работать в Кембридж, и она наконец-то избавилась от «опёки» Сигбана. Работая в Кембридже очень плодотворно, она получила премию Энрико Ферми и медаль Макса Планка. А физиков, награждённых такой медалью, намного меньше, чем лауреатов Нобелевской премии. И не случайно 109-й элемент таблицы Менделеева – Мейтнерий – назван по имени женщины, физика Лизе Мейтнер, а такой чести удостаиваются немногие выдающиеся учёные.

Скончалась Лизе Мейтнер в Кембридже, не дожив всего нескольких дней до своего 90-летия.

Лизе Мейтнер со студентами на ступеньках факультета химии колледжа Брин Мор в Пенсильвании

Памятник Лизе Мейтнер во дворе славы Университета Гумбольдта в Берлине (скульптор Анна Франциска Шварцбах, 2014 год)

В КАКУЮ СТОРОНУ?

1. Человек сидит на верёвочной лестнице, прикреплённой к неподвижно зависшему воздушному шару. Куда будет двигаться воздушный шар – вверх или вниз, – если человек станет подниматься по лестнице?

2. В реку полностью погружено колесо с лопастями и закреплено так, что может легко вращаться (ось колеса перпендикулярна течению). В какую сторону его закрутит течение – по часовой стрелке или против, – если река течёт слева направо?

3. Велосипед стоит вертикально, не падая. Его педали жёстко скреплены друг с другом, одна находится в самом нижнем положении, а другая – в самом верхнем (как на рисунке). К нижней педали привязали шнурок и потянули назад. Куда поедет велосипед – вперёд или назад?

4. На стол положили книгу и два карандаша: одним концом на стол, другим – на книгу, как на рисунке. На карандаши кладут лёгкий шарик так, чтобы он почти проваливался между ними. В какую сторону покатится шарик: к книге или от неё?

Ответы читайте в следующем номере

Художник Мария Усеинова

УМНИКИ и ЛОДЫРИ

Вера Винниченко

Трудно ли быть белкой и бесстрашно скакать по верхушкам сосен? Каково это, быть черепахой и жить 400 лет? Можно ли попытаться понять, что в голове у животных?

Чтобы ответить на этот вопрос, одни учёные отправляются наблюдать за животными в естественных условиях (плавают с акулами, катаются на лианах с лемурами, топчут саванны с антилопами), а другие учёные, наоборот, никуда не выходят из лаборатории, приглашают животных к себе в гости и придумывают для них разные хитрые задачки.

Вот так доктор Л. В. Крушинский придумал задачку с ширмой. Миска с вкусной едой начинает двигаться на глазах у животного (для каждого вида животных своё любимое лакомство: для кур – пшено, для голубей – конопля, для врановых птиц и хищных животных – мясо и яйца, для кроликов – морковь и свёкла). Через несколько секунд миска уезжает за ширму. Чтобы добраться до еды, нужно мысленно представить её путь и продолжать двигаться вдоль ширмы, пока та не закончится и не покажется еда.

Крушинский установил, что голуби идут за двигающейся кормушкой, клюют из неё корм, но как только кормушка перестаёт быть видимой, она для них как будто исчезает. Голуби про неё благополучно забывают и преспокойно возвращаются назад. Куры и кролики оказались более памятливыми: после исчезновения кормушки они ещё какое-то время растерянно топтались в том месте, где еда исчезла, но вдоль ширмы не двигались. Самыми разумными оказались врановые

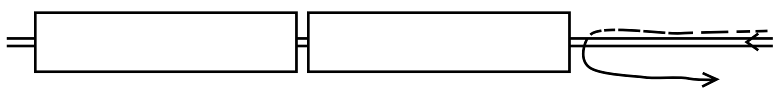


Схема опыта с голубем

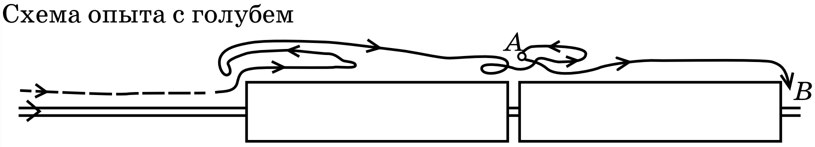


Схема опыта с сорокой

Рис. 1. Штриховая линия – движение животного, когда оно видит кормушку. Сплошная линия – движение животного, когда кормушка скрылась из виду.

птицы (сороки, вороны) и хищные звери (лисы, хорьки): они двигались вдоль ширмы и настигали еду.

Так доктор Крушинский смог сравнить умственные способности разных животных и, что называется, «расставить их по местам». Но этого учёным оказалось мало. Ведь известно, что животные одного вида могут иметь совершенно разный характер и способности. Бывают собаки трусливые и храбрые, весёлые и спокойные. Можно ли как-то проверить эти качества в эксперименте?

Как оказалось, можно, если предложить достаточно сложную задачу. Такую, например, как задача доктора Киры Никольской. Животное сажают в лабиринт, в котором спрятаны вкусные семечки (для обезьян – изюм, для мышей – сыр пармезан) по одной в каждой кормушке (показана плюсом). Если семечки съесть, выйти через выход в зону А (рыжая стрелка), а потом войти через вход в зону Б (синяя стрелка), семечки положат в кормушки ещё раз. И так можно получать семечки снова и снова, хоть по 100 штук за эксперимент (сам эксперимент длится 10 минут). Нужно только догадаться, что их дают не просто так, а за выход и вход. Самое трудное в этой задачке – это выйти из лабиринта, то есть удалиться от того места, где вкусно покормили. Многие животные (и студенты, с которыми тоже проводили подобные опыты) остаются ждать у кормушки: а вдруг ещё что-нибудь дадут. И только самые активные и любопытные начинают пробовать разные варианты, бегают по лабиринту как сумасшедшие, ошибаются и в конце концов понимают, в чём секрет.

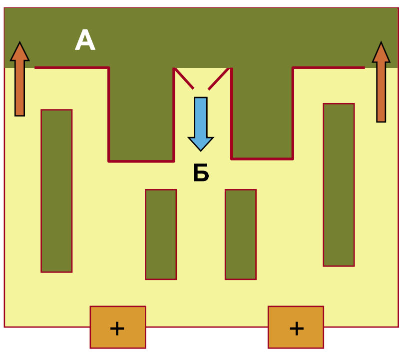
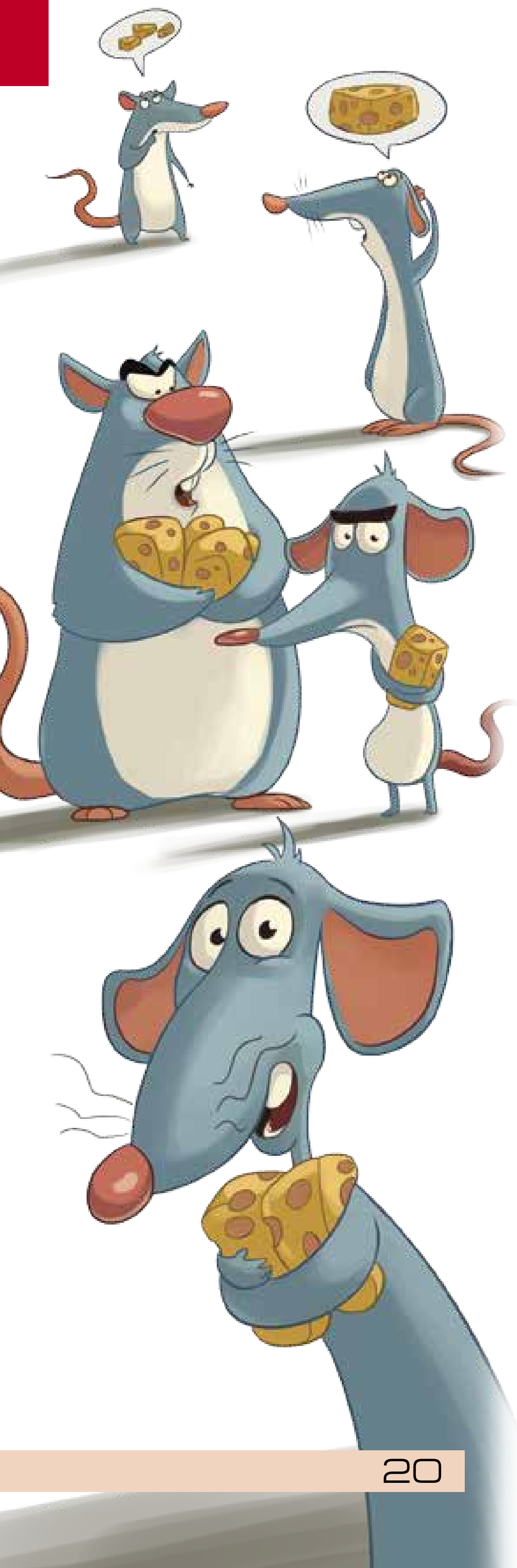


Рис. 2. Лабиринт Никольской. Зона А – предбанник лабиринта. Зона Б – лабиринт. Синяя стрелка – вход в лабиринт. Рыжие стрелки – два выхода из лабиринта. Плюсом помечены отсеки, в которые кладут вкусные семечки, если животное выйдет в предбанник (А) и снова войдёт в лабиринт (Б).

Оглянись вокруг



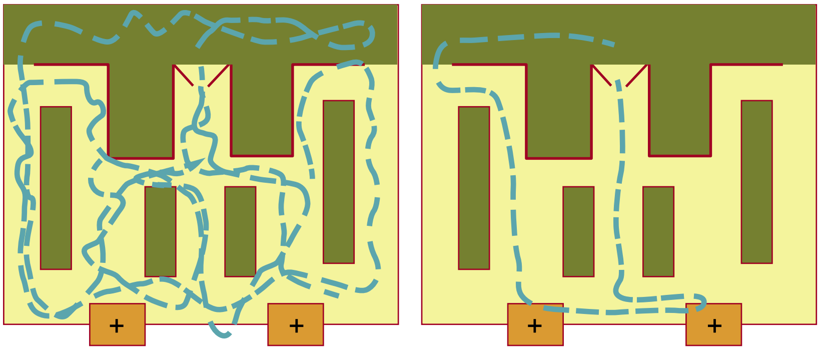


Рис. 3. Слева показано, как ходит по лабиринту животное, которое первый раз попало в лабиринт: оно обследует все отсеки. Справа – как ходит животное, которое научилось решать задачу. Крыса берёт семечку в правой кормушке, потом в левой, и выходит через левый выход.

Задачу Никольской можно решить разными способами: можно выходить в левую дверь или в правую, начинать с левой кормушки или с правой, брать угощение только из одной кормушки или из двух, обходить стены лабиринта с разных сторон... Попробуйте посчитать, сколько различных вариантов решений задачи Никольской существует.

Очень интересно наблюдать за мышами, когда они думают. Тут-то и проявляется их характер. Одна ошибётся и начнёт метаться по лабиринту, как бешеный шмель. Другая сядет в угол и станет злобно чесать себе уши. А третья попытается сбежать из лабиринта, карабкаясь по скользкой стенке. Попробуйте предложить задачу Никольской папе (маме, брату, сестре, другу) и понаблюдать, что они будут делать и где чесаться.

Эту задачку доктор Никольская предлагала решать разным животным: муравьям, жужелицам, рыбам, хорькам, ежам, крысам, обезьянам и студентам. Рыбам пришлось строить специальные водные лабиринты. Животные жили вместе группами (по 10 особей в каждой). А в эксперимент их брали по одному.

Оказалось, что в каждой группе животных были те, кто справились с задачей (умники), и те, кто не справился (лодыри). Но в каждой группе процент решивших оказался разным.

Больше всего решивших было среди хорьков (60% решивших), они обогнали даже студентов. Студенты (то есть представители людей) показали такие же результаты, как крысы (линия Вистар): только 40% справились с задачей. Но почему среди животных одного вида кто-то решает задачу, а кто-то нет? Что же у них, мозги разные?

А дело вот в чём. Если посадить в один ящик двух мышей или двух крыс, они тут же начинают выяснять, кто из них главный. Если посадить вместе несколько крыс (мышей, хорьков), они обязательно выберут себе вожака (он же доминанта, он же альфа-особь), приближённых к вожаку (бета-особи) и подчинённых (омега-особи). Вожака легко узнать: обычно он самый крупный, шерсть у него густая, лоснистая. Он ходит по клетке, наводит порядок. Его приближённые – очень шустрые. Первыми выбегают на разведку в незнакомой местности, первые идут на контакт с человеком, таскают в гнездо еду. А подчинённые, как правило, худые и облезлые, тихо сидят по углам и побаиваются.

Оказалось, что задачу Никольской решают вожаки и их приближённые. А подчинённые лентяйничают, грустят и остаются без семечек.

Но не всё так просто. Однажды с доктором Никольской произошла интересная история. Она работала с группой крыс. Четверо из них решили задачку и получили по 60 семечек за эксперимент (вожак и приближённые). Шестеро не решили задачу: они брали по две семечки, а потом садились в углу и начинали чесаться.

Доктор Никольская отсадила «умников» из общей клетки. И оставшиеся шесть лодырей тут же выбрали себе нового вожака и троих его приспешников. На следующий день их взяли в эксперимент. И что же оказалось? Новый вожак с приспешниками стали активными и решили задачу. Так что доктор Никольская может заставить думать любого лодыря: ему просто нужно подобрать «правильную» компанию, то есть такую компанию, где ему придётся быть «главой семейства» и принимать решение за себя и за всю стаю.

Художник Анна Горлач

Константин Кохась

Как таракан Кузька применял астрономию

– Когда эта книжка свалилась с полки, она чуть меня не зашибла! – Кузька показал на книжку «Астрономия для самых маленьких в картинках», до сих пор лежавшую на полу. – Но потом я понял – это же удача, это новые знания! И я прочитал эту книжку целиком. Знаешь, как это было трудно! Все страницы глянцевые, тяжеленные!

– Неужели тебя всерьёз увлекла астрономия? – удивилась Бусенька.

– Всерьёз или нет, я пока не знаю. Но знания точно лишними не бывают! К тому же астрономия уже здорово помогла мне в обычной жизни!

– Гадаешь по звёздам? – пошутила Бусенька.

– Нет! Не гадаю, а вычисляю! Ты же знаешь, нам, насекомым, с большим трудом даются арифметические вычисления. Для этого нужен большой мозг, а у нас и маленького-то почти нет – так... мозжечок! Так вот, с помощью звёзд я научился находить наибольший общий делитель двух чисел!

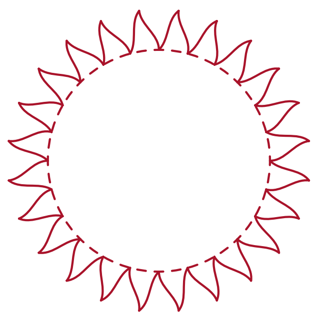
– С помощью звёзд? Научи меня! Давай вместе что-нибудь посчитаем, например, НОД(24,9).

– Запросто! Для таких вычислений я составил Звёздный Каталог. Подожди, – и Кузька, шмыгнув под холодильник, зашуршал оттуда какими-то бумажками. – Вот он!

С усилием Кузька выволок из-под холодильника большой лист бумаги, покрытый какими-то записями.

– Так, что тут у нас, 24? Смотрим... 24... – вот: 24 – это Бетельгейзе, страница 40. Помоги мне открыть книжку на сороковой странице.

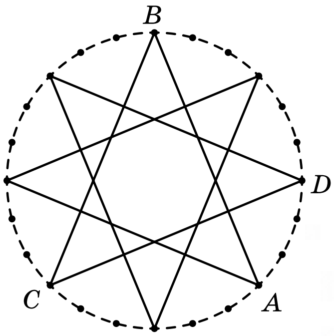
Бусенька подошла к «Астрономии для самых маленьких» и перевернула несколько страниц. На сороковой странице помещалась иллюстрация, изображавшая огромную красную звезду Бетельгейзе.



Бетельгейзе

– У Бетельгейзе ровно 24 лучика! Я сам посчитал! – гордо сказал Кузька. Он положил на звезду лист кальки и скопировал на него 24 точки – кончики лучей звезды. – Итак, у нас есть 24 точки, стоящие на окружности, и нам нужно вычислить наибольший общий делитель чисел 24 и 9, – объявил он. – Для этого мы воспользуемся истинно астрономическими методами: мы нарисуем ещё одну звезду! Будем соединять отрезками точки через 8: первую с десятой, потом 10-ю с 19-й, после 19-й опять отсчитаем 8 точек и соединим 19-ю с девятой по счёту, и так далее, пока звезда не вернётся в исходную точку!

– Вот что у нас получилось. Теперь нам нужно подсчитать число d – расстояние между соседними лучиками полученной звезды. Например, годятся лучики A и D, расстояние d между ними равно 3. Поэтому $d = 3$ – это наибольший общий делитель 24 и 9.



НОД(24,9) = 3

– Как такое может быть? – воскликнула Бусенька. – Ну-ка посмотрим, посмотрим... Вся окружность разбита на одинаковые дуги длины d. Поэтому длина окружности (то есть наше первое число – 24) делится на d. С другой стороны, дуга AB (второе число – 9) тоже разбита на дуги длины d. Значит, второе число тоже делится на d. Получается, что $d = 3$ – это общий делитель чисел 24 и 9. А почему это наибольший общий делитель?

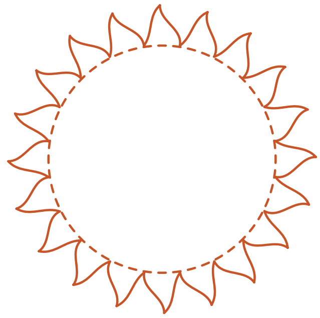
– Пусть x – это какой-то делитель чисел 24 и 9, – стал объяснять Кузька. – Мы можем построить дугу AD так: сначала отложим вдоль окружности одинаковые дуги AB, BC и CD (длина каждой из них, а значит, и их суммарная длина, делится на x). Получится дуга, проходящая по окружности чуть больше одного оборота. Потом «уберём» из неё этот самый «оборот», то есть вычтем длину окружности (она тоже делится

на x). В результате останется как раз дуга AD, и её длина – это разность двух чисел, делящихся на x, то есть тоже делится на x. А самое большое x, на которое в принципе может делиться длина AD – это сама длина AD, то есть как раз наше число d.

– Потрясающе! Я тоже хочу что-нибудь подсчитать таким способом! Можно, я найду наибольший общий делитель 20 и 7?

– Можно, – сказал Кузька, и заглянув в каталог, сообщил: 20 – это Альдебаран, страница 35.

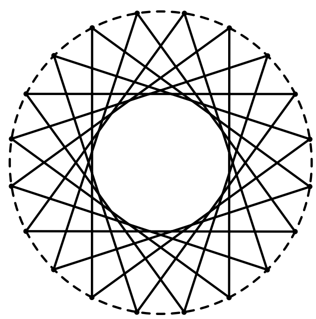
Бусенька быстро нашла на странице 35 Альдебаран – красивую оранжевую звезду с 20 лучиками.



Альдебаран

Бусенька скопировала кончики лучей на кальку и стала рисовать на кальке звезду, соединяя точки через 6. Работа требовала сосредоточенности, но мозг при этом совершенно не напрягался.

– Готово! Получилась звезда, у которой в каждую из 20 точек приходит лучик.



НОД(20,7)=1

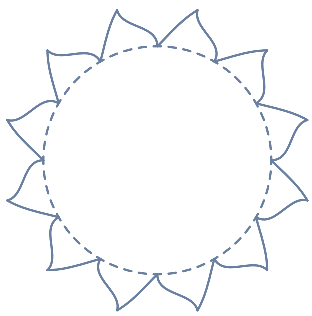
– Иными словами, расстояние между соседними лучиками равно 1, – подытожил Кузька. – Значит, наибольший общий делитель 20 и 7 равен 1.

– Фантастика! – восхитилась Бусенька. – А наименьшие общие кратные ты тоже умеешь считать?

– В пределах разумной точности, – туманно ответил Кузька.

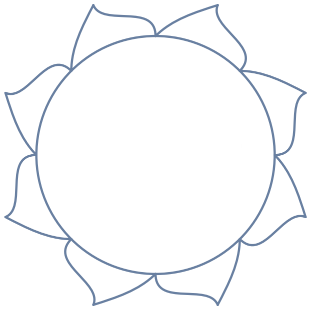
– Посчитай мне НОК(12,8). Как тут с точностью?

– Должно хватить. 12 – это Процион А, страница 47; 8 – это Арктур, страница 22. Чтобы посчитать НОК, удобнее всего скопировать обе звезды на один чертёж. Копируем.

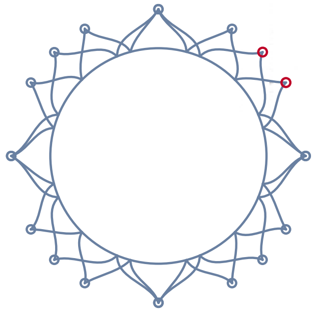


Процион А

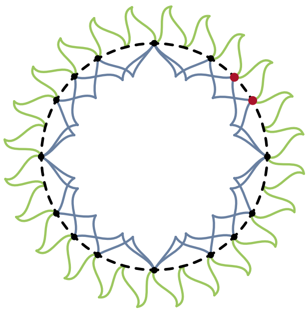
Надо повернуть их так, чтобы у них был хотя бы один совпадающий лучик. А теперь следует выбрать два самых близких несовпадающих лучика. Здесь таких много. Например, подойдут вот эти два, в виде красных кружочков. Дальше начинается самое сложное. Мы должны нарисовать новую звезду, у которой между выбранными точками помещается как раз один лучик! Но нужно нарисовать всю звезду, а не только этот один лучик! Давай рисовать её вместе, главное – аккуратность и точность!



Арктур



Две звезды на одном чертеже



НОК(12,8) = 24

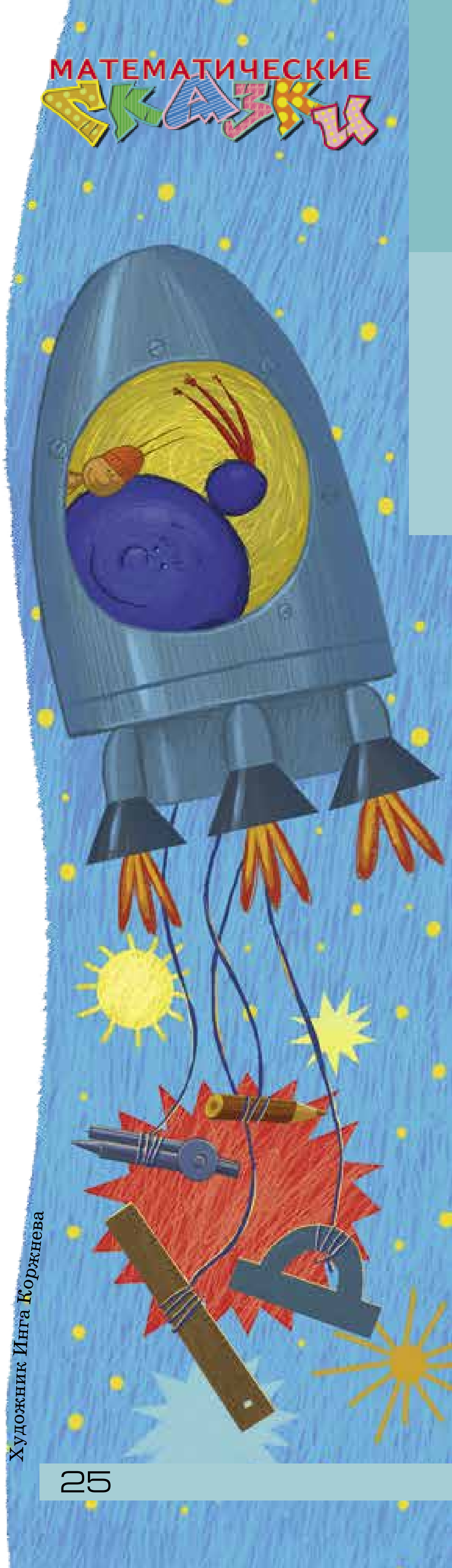
– Уф! Трудоёмкое это дело – вычислять НОК, – вздохнула Бусенька. – Получилась звезда, у которой 24 лучика. Бетельгейзе?

– Неважно! Число лучиков – это ответ. Искомый НОК равен 24.

– А почему?

– Пусть окружность имеет длину в целое число сантиметров и разделена точками на единичные дужки. Если нам удалось вписать обе наши звезды в окружность так, что все концы лучиков попадают на точки, то длина окружности делится и на 8, и на 12. Так что найденное нами число является кратным чисел 8 и 12. С другой стороны, самая короткая дужка, получающаяся на картинке, тоже должна иметь целочисленную длину, и чем меньше эта длина – тем короче вся окружность. В нашем случае эта длина самая маленькая из всех возможных – она равна 1. Поэтому длина окружности – не просто кратное, а наименьшее общее кратное!

– Ай да Бетельгейзе! – воскликнула Бусенька.



Художник Инга Корженева

XXII турнир математических боёв имени А.П. Савина

Материал подготовил Александр Блинков

Каждый год в конце июня школьники из многих городов съезжаются на летний турнир им. А.П.Савина. О том, как проходят эти турниры, подробно рассказано в статье А. Шаповалова о юбилейном, XX турнире (см. «Квантик» № 10 за 2014 год). Мы приводим подборку избранных задач турнира, прошедшего летом 2016 года. После номера задачи указаны её автор и классы, для которых она предлагалась.

Избранные задачи

1. (*Е.Бакаев*, 6) Десять бабушек, работая поодиночке, за час посадили 100 репок. Если несколько бабушек объединятся в группу, то каждая из них посадит среднее арифметическое количеств репок, которые эти бабушки сажали до объединения в группу (если это число окажется нецелым, то оно округляется в меньшую сторону). Они решили разбиться на группы (из более чем одного человека) так, чтобы за час снова посадить 100 репок. Можно ли гарантировать, что им это удастся?

2. (*М.Козлов*, 6–7) Какой из ребусов имеет больше решений: О×Д×Е×С×С×А = М×А×М×А или Р×О×С×Т×О×В = П×А×П×А? Разные буквы соответствуют разным цифрам от 1 до 9, одинаковые буквы – одинаковым цифрам.

3. (*Е.Бакаев*, 6) Друзья купили в супермаркете 6 дынь с суммарной массой 30 кг. Какого наименьшего количества пакетов заведомо хватит, чтобы унести все дыни? Один пакет выдерживает груз массой не более 10 кг, масса каждой дыни не превышает 10 кг.

4. (*Д.Шноль*, 6–7) Стозначное число делится как на сумму своих цифр, так и на их произведение. Может ли среди его цифр присутствовать цифра 5?

5. (*Е.Бакаев*, 6–8) На клетчатой доске 10×10 расставлено 10 одноклеточных кораблей по правилам «морского боя» (то есть корабли не соприкасаются даже углами). Какое наименьшее количество выстрелов надо сделать, чтобы гарантированно уничтожить хотя бы один из них?

XXII турнир математических боёв имени А.П. Савина

6. (*А.Шаповалов*, 6–7) На листке бумаги нарисовали 4 квадрата, размеры всех квадратов различаются. Все вершины этих квадратов отметили. Могло ли оказаться так, что отмечено меньше чем 10 точек?

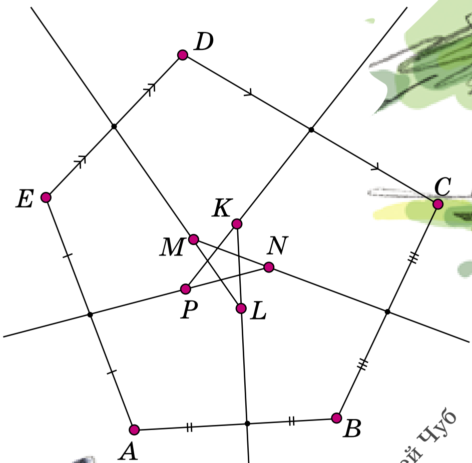
7. (*А.Заславский*, 6–7) От квадрата размером 4×4 отрезали угловую клетку. Разрежьте полученную фигуру на 6 равных (то есть совпадающих при наложении) частей. Части могут состоять из нескольких кусков.

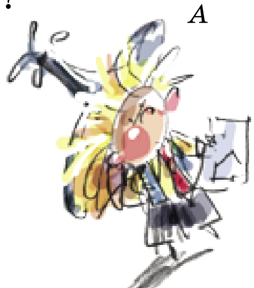
8. (*А.Шаповалов*, *И.Раскина*, 6) Можно ли разрезать куб на кубики двух различных размеров так, чтобы кубиков каждого размера было поровну?

9. (Е. Бакаев, 6–7) Из пяти единичных кубиков склеили фигурку в виде буквы U. Можно ли из нескольких таких «ушек» собрать какой-нибудь куб?

10. (*А.Шаповалов*, 7–8) На сторонах AB и BC треугольника ABC выбрали точки M и N соответственно и провели отрезки AN, CM и MN. Треугольник разбился на пять меньших треугольников. Могли ли наборы углов во всех этих треугольниках оказаться одинаковыми?

11. (*Н.Стрелкова*, 7–8) Незнайка нарисовал внутри пятиугольника $ABCDE$ пятиконечную звезду $KLMNP$ так, что продолжения сторон звезды попадают в середины сторон пятиугольника (см. рисунок справа). Для ещё большей гармонии Незнайке хотелось бы нарисовать аналогичную картинку так, чтобы стороны звезды лежали на серединных перпендикулярах к сторонам пятиугольника $ABCDE$. Можно ли это сделать, сохранив конфигурацию?





Художник Сергей Чуб

КОНКУРС ПО РУССКОМУ ЯЗЫКУ

Приглашаем всех желающих принять участие в конкурсе по русскому языку.
Для победы вовсе не обязательно решить всё – присылайте то, что получится.
Решения четвёртого тура ждём по адресу **kvantik@mccme.ru** не позднее 1 декабря.
Победителей ждут призы. Желаем успеха!
Предлагайте задачи собственного сочинения – лучшие будут опубликованы!

IV ТУР

16. В поэзии Н. А. Некрасова слово *косуля* встречается как обозначение не животного, а некоторого предмета. Так, герои поэмы «Кому на Руси жить хорошо» во время ярмарки «потолкалися»

По взгорью, где навалены
Косули, грабли, бороны,
Багры, станки тележные,
Ободья, топоры.

Более распространённое название того же предмета родственно одному из наименований другого животного отряда парнокопытных. Назовите этот предмет и это животное.

М.И.Ахмеджанова

17. Приведите пример фразы, в которой в середине одного из слов сочетание букв «ро» можно написать и один раз, и два, и смысл фразы останется тем же самым.

И.Б.Иткин

18. Когда АЛЬФОЧКА работает, она чаще всего находится в АЛЬФЕ. Найдите АЛЬФУ и АЛЬФОЧКУ.

С.И.Переверзева

19. Если название этого города написать с маленькой буквы, получится русское существительное в форме родительного падежа множественного числа. Что это за город?

М.В.Прасолов

20. По-белорусски «электростанция» – *электрастанцыя*. Найдите шестибуквенное русское слово, для записи белорусского перевода которого требуются всего две разных буквы.

А.А.Сомин

Художник Николай Крутиков

КОНКУРС ПО РУССКОМУ ЯЗЫКУ, III ТУР

(«Квантик» № 7)

11. *– Откройте текст стихотворения Ф.И.Тютчева «Близнецы» и прочитайте первое четверостишие, – сказал Сергей Владимирович.*

Есть близнецы – для земнородных
Два божества – то Смерть и Сон,
Как брат с сестрою дивно сходных –
Она угрюмей, кротче он...

– Это акростих! – закричал Саша. – Первые буквы строк образуют слово «ЕДКО»!

Сергей Владимирович ненадолго задумался, затем улыбнулся:

– Остроумно. Но, Саша, Тютчев никак не мог иметь этого в виду...

Почему Сергей Владимирович пришёл к такому выводу?

Фёдор Иванович Тютчев жил в XIX веке и, разумеется, писал в соответствии с правилами старой (до реформы 1918 года) орфографии. Как известно, в старой орфографии современной русской букве Е соответствовали две буквы – Е и Ѣ («ять»). Слово *есть* – форма 3 лица единственного числа настоящего времени глагола «быть» – писалось, как и сейчас, через *е*, а глагол *есть* «принимать пищу» и все его производные, включая наречие *едко*, – через «ять»: *ѣсть, ѣдко*. Таким образом, **по правилам старой русской орфографии начальные буквы первых строк стихотворения «Близнецы» не образуют акростиха.**

12. *Назовите персонажа классической русской литературы, в наименовании которого 4 раза подряд встречается один и тот же слог.*

Этот персонаж – отрицательная героиня «Сказки о царе Салтане...» А.С.Пушкина *сватья **баба Бабариха*** (другие подходящие персонажи к настоящему моменту не обнаружены).

13. (В этой задаче под «словом» подразумевается нарицательное существительное в словарной форме.)

Дано четырёхбуквенное слово X, такое, что:

– если прочитать слово X наоборот, получится слово Y;

– если в слове X поменять местами вторую и третью букву, получится слово Z.

Найдите слово X, слово Y и слово Z.

Эта задача имеет несколько решений: ТРОС – СОРТ – ТОРС, БАРК – КРАБ – БРАК, ШРАМ – МАРШ – ШАРМ, КРАП – ПАРК – КАРП, а также, с использованием чуть более редкого слова, ТРОП – ПОРТ – ТОРП (в Скандинавии: участок земли, сдаваемый в аренду).

14. *Название этой части тела родственно слову «сказка». У человека их 2. Что это за часть тела?*

Эта часть тела – **указательный палец** (строго говоря, слову «сказка» в этом названии родственно только слово «указательный», но эта небольшая вольность никак не мешает решению).

15. *Русские существительные с суффиксом -ив(о) обычно образуются от глаголов.* ***Найдите существительное с суффиксом -ив(о), образованное от существительного.***

Действительно, большинство слов с суффиксом *-ив*(*о*) образованы от глаголов: ср., например, *месиво* от *месить* или *чтиво* от *честь* (устаревший вариант глагола *читать*). Несомненным исключением из этой закономерности является слово ***огниво***, образованное от существительного *огонь*.

НАШ КОНКУРС («Квантик» № 8)

36. *Учительница попросила Васю выписать все целые числа от 1 до 100 в любом порядке. Вася решил выписать их подряд, но поскольку он всегда путает цифры 6 и 9, получилось вот что: 1, 2, 3, 4, 5, 9, 7, 8, 6, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 19, 17, ..., 67, 68, 66, 100. Выполнил ли Вася задание учительницы?*

Числа, в которых есть девятка или шестёрка, разбиваются на пары: каждому такому числу в пару ставится число, где все шестёрки заменены на девятки, а девятки – на шестёрки. Поэтому Вася выполнил задание, просто в каждой паре числа поменялись местами.

37. *Обведём в красный кружок каждое число от 1 до миллиарда, у которого все цифры нечётные, а у следующего за ним числа все цифры чётные. Обведём в синий кружок каждое число от 1 до миллиарда, у которого все цифры чётные, а у следующего за ним числа все цифры нечётные. Каких чисел больше – красных или синих, и во сколько раз?*

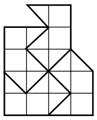
Разобьём все числа на 9 интервалов: (1,...,10); (11,...,100); ...; (10^8+1,...,10^9). В первом интервале красные числа – 1, 3, 5 и 7. Заметим, что если последняя цифра числа – не 9, то после прибавления 1 в числе изменится только последняя цифра. Поэтому красные числа второго интервала оканчиваются на 9, и легко видеть, что это 19, 39, 59 и 79. Аналогично, в третьем интервале у красных чисел две последние цифры – девятки, и сами красные числа – это 199, 399, 599, 799, и так далее. Видим, что в каждом интервале 4 красных числа, а всего их 36.

Если в числе хотя бы две цифры, оно не может быть синим – в нём после прибавления 1 изменится только последняя цифра, а остальные останутся чётными. Поэтому синих чисел всего 4 – это 2, 4, 6, 8 (в 9 раз меньше, чем красных).

38. *В комнате собралось несколько человек, каждый из которых либо рыцарь, либо лжец (рыцари всегда говорят правду, а лжецы всегда лгут). Затем каждый сказал остальным одно и то же: «Среди вас всего 5 рыцарей и 7 лжецов». И вдруг один из присутствующих сказал: «Мы все солгали». Сколько же всего было человек в комнате, и сколько из них лжецов, а сколько рыцарей?*

Ответ «Мы все солгали» не мог дать рыцарь, а значит, сказавший это – лжец. Но тогда солгали не все, то есть в комнате есть рыцарь, и перед ним действительно 5 рыцарей и 7 лжецов. Поэтому всего в комнате 6 рыцарей и 7 лжецов.

39. *Изображённую на рисунке фигуру разрежьте на четыре одинаковые части.*



Ответ приведён на рисунке.

40. *а) Дана клетчатая полоска 1×9, клетки которой раскрашены в шахматном порядке. За одну операцию надо выбрать в ней любую одну или несколько подряд идущих клеток и перекрасить их в противоположный цвет. Сделайте полоску одноцветной за 4 операции.*

б) А можно ли сделать это за 3 операции?

в) Теперь дана доска 9×9, клетки которой раскрашены в шахматном порядке. За одну операцию надо выбрать на доске любой клетчатый прямоугольник и во всех его клетках изменить цвет на противоположный. Сделайте доску одноцветной, потратив всего 8 операций.

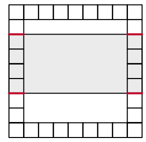
г) А можно ли сделать это за 7 операций?

а) Клеток одного из цветов будет 4. Каждым ходом берём одну из них и перекрашиваем.

б) Нельзя. Пусть полоска лежит горизонтально. Пройдём слева направо и посчитаем, сколько раз при переходе с клетки на соседнюю меняется цвет. Всего будет 8 перемен цвета. Каждое перекрашивание уменьшает число перемен цвета максимум на 2 (перемена цвета может исчезнуть только на краях блока перекрашиваемых клеток). Поэтому надо минимум $8/2=4$ хода.

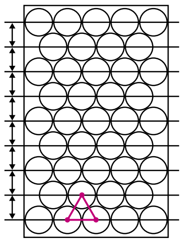
в) Перекрасим сначала 2-й, потом 4-й, потом 6-й, потом 8-й столбцы (4 хода), а затем последовательно 2-ю, 4-ю, 6-ю и 8-ю строки (ещё 4 хода). Проверьте, что получится одноцветная доска.

г) Рассмотрим квадратную рамку толщиной в одну клетку, идущую вдоль границы доски. В ней 32 клетки. Аналогично п. б), в рамке есть 32 перемены цвета. Каждый прямоугольник может уменьшить число перемен цвета в рамке максимум на 4 (красные отрезки на рисунке). Поэтому надо минимум $32/4=8$ ходов.



ЛИШНЯЯ БАТАРЕЙКА («Квантик» № 9)

Можно поместить 41 батарейку, уложив их так, как на рисунке (центры кругов образуют треугольную решётку). Получается 5 рядов по 5 кругов и 4 ряда по 4 круга: $25+16=41$. По ширине ряды влезают в коробку, но надо проверить, что и по высоте влезут. Пусть радиус круга 1, тогда высота коробки 16. Проведём в каждом горизонтальном ряду прямую через центры кругов. Расстояние между соседними прямыми равно высоте правильного треугольника со стороной 2, то есть равно $\sqrt{3}$. Высота конструкции из батареек, то есть $8\sqrt{3}+2$, меньше 16, так как $(8\sqrt{3})^2=192<196=14^2$.



ПРИГЛАШЕНИЕ К ПУТЕШЕСТВИЮ

1. День и ночь длятся по 1 меркурианскому году, то есть солнечные сутки составляют 2 года. Подробное объяснение см. в статье про Меркурий в одном из следующих номеров.

2. Венера ближе к Солнцу, чем Земля; её орбита с Земли видна под углом 96°, поэтому Венера при наблюдении с Земли не может удалиться от Солнца больше, чем на 48°. Когда она «впереди» (правее) Солнца – она восходит на 2–3 ч раньше него, и её можно увидеть, незадолго до восхода; когда «сзади» (левее) – её видно сразу после заката. Древние знали, что это одно и то же светило, но часто называли её двумя разными именами.

3. Если сторона одного кубика в 2 раза больше стороны другого, то его объём больше в $2\cdot2\cdot2=8$ раз. То же и с шарами и с любыми подобными (то есть одинаковыми по форме) телами. Поэтому объём Земли в 8 раз больше объема Марса. А масса больше в 10 раз – значит, плотность Земли больше в $10/8=5/4$ раза.

АРИФМЕТИКА ДЛЯ КУПЦОВ

Ответ к задаче. 30 нюрнбергских монет – это 13 и 23/429 венских монет.

Ошибки. На третьей диаграмме первый множитель 987, а не 927. На второй диаграмме первый множитель 98765, а не 98707, и промежуточный результат 7272, а не 7278.

XXII ТУРНИР МАТЕМАТИЧЕСКИХ БОЁВ ИМЕНИ А. П. САВИНА

1. Ответ: можно. Пусть бабушки разобьются на пары так, чтобы в каждой паре количества репок, сажаемых бабушками, были одинаковой чётности. Это сделать можно, потому что они все вместе сажали 100 репок (чётное число), а значит, бабушек, сажающих нечётное число репок, чётное количество.

2. Ответ: первый. Докажем, что второй ребус не имеет решений. В нём не участвует 0 (по условию), 5 и 7 (иначе этот множитель есть только в одной части равенства). В нём задействовано семь разных цифр – все, кроме 5, 7 и 0. Как уравнять количество троек в разложении частей равенства на простые множители? Если П = 9 или А = 9, то не хватит троек для РОСТОВа. Если П и А в каком-то порядке равны 3 и 6, то в ПАПе мало двоек. А если только одна из букв П или А заменяется на 3 или 6, а вторая «без троек», то в РОСТОВе троек больше.

Заметим, что первый ребус имеет решение. Например, $2 \cdot 8 \cdot 9 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 4 = 6 \cdot 4 \cdot 6 \cdot 4$.

3. Ответ: 5 пакетов. Если 2 самые лёгкие дыни весят больше 10 кг, то остальные две пары тем более тяжелее 10 кг, а все дыни вместе весят больше 30 кг. Поэтому 2 самые лёгкие дыни вместе весят не больше 10 кг, и их можно положить в один пакет. Тогда на все дыни достаточно 5 пакетов. Четырёх пакетов не хватит, например, если 4 дыни весят по 6 кг, одна – 5 кг и одна – 1 кг.

4. Ответ: не может. Пусть в записи числа есть цифра 5, тогда произведение его цифр делится на 5, значит, и само число делится на 5. Так как среди цифр этого числа не может быть нулей (иначе произведение цифр равно нулю, что противоречит условию), то последняя цифра числа – 5, то есть нечётное число. Тогда и произведение его цифр нечётное, а значит, все его цифры нечётные. Но в этом случае сумма его цифр чётна и не может быть делителем данного числа. Противоречие.

5. Ответ. 64 выстрела.

Оценка. Разобьём доску на квадраты 2×2 и раскрасим их все одинаково в четыре цвета (как на рисунке 1). Тогда клетки одного цвета не имеют общих точек. Если сделать не более 63 выстрелов, то непроверенными останутся не менее 37 клеток. По принципу Дирихле, хотя бы 10 из них имеют один цвет, и корабли можно расставить в эти клетки.

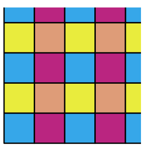


Рис. 1

Пример. Сделаем 64 выстрела так, чтобы непроверенными остались 9 квадратов 2×2. В каждом из этих квадратов может находиться не более одного корабля, поэтому хотя бы один корабль будет уничтожен.

6. Ответ: могло. Удобно построить пример на клетчатой бумаге, например, как на рисунке 2 (каждый квадрат выделен своим цветом).

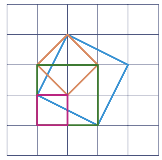


Рис. 2

7. См. примеры на рисунке 3. В каждом из них сначала разбили исходный квадрат без клетки на три равные фигуры, а затем каждую фигуру разбили на две равные части.

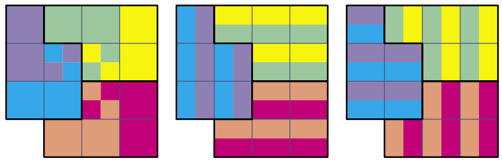


Рис. 3

8. Ответ: можно. Разрежем куб с ребром 6 на 27 кубиков с ребром 2. Выберем три из них и разрежем каждый на 8 кубиков с ребром 1. Получим по 24 кубика с рёбрами 1 и 2.

9. Ответ: можно. Из двух ушек можно сложить двухэтажный крест. Положив по два ушка одно на другое по бокам креста, получим параллелепипед $2 \times 3 \times 5$. Из таких параллелепипедов сложим куб $30 \times 30 \times 30$.

10. Ответ: могли. Рассмотрим треугольник ABC, в котором $\angle A = 90°$, $\angle C = 60°$, AN – медиана, CM – биссектриса (рис. 4). Несложно убедиться, что в каждом из пяти треугольников один и тот же набор углов: 90°, 60°, 30°.

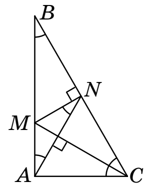


Рис. 4

11. Ответ: нет. Предположим противное. Рассмотрим точку T внутри маленького пятиугольника, образованного сторонами звезды $KLMNP$ (рис. 5). Серединный перпендикуляр к отрезку XY делит плоскость на две полуплоскости так, что все точки одной из них располагаются ближе к X, чем к Y, а все точки другой – ближе к Y, чем к X. Тогда получаем цепочку неравенств: $AT < BT < CT < DT < ET < AT$ – противоречие.

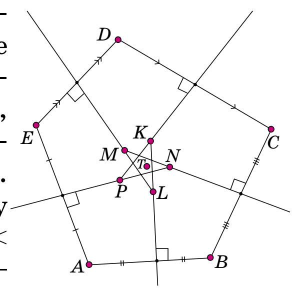


Рис. 5

НАШ КОНКУРС

Приглашаем всех попробовать свои силы в нашем
заочном математическом конкурсе.

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

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

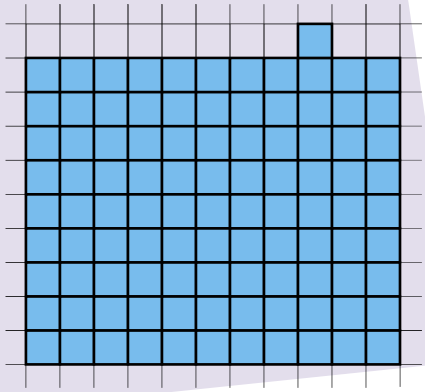
В конкурсе также могут участвовать команды: в этом случае присылается одна работа со списком участников. Результаты среди команд подводятся отдельно.

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

Желаем успеха!

II ТУР

6. Семеро девочек стоят в ряд, как показано на рисунке, и держат в руках конфеты. У девочек, которых вы видите справа от Тани – 13 конфет, справа от Ксюши – 33, справа от Ани – 23, справа от Иры – 8, справа от Вали – 27, справа от Нади – 16. Сколько конфет у Кати?



7. Разрежьте синюю фигуру, изображённую на рисунке, на 10 равных частей.

наш КОНКУРС ОЛИМПИАДЫ

Авторы задач: Егор Бакаев (7), Ольга Зайцева-Иврии (8)

8. Можно ли разложить несколько яблок по 10 тарелкам так, чтобы на любых двух тарелках было вместе либо 5, либо 8, либо 11 яблок и все три варианта встречались? Если да, то сколько всего могло быть яблок? Укажите все возможности.

9. Вася знает, что если в треугольнике провести три средние линии, то получатся четыре одинаковых треугольника. Он решил, что если в тетраэдре (треугольной пирамиде) провести через середины рёбер четыре «средние плоскости», то получатся пять одинаковых тетраэдров поменьше. А что получится на самом деле? Сколько вершин и граней будет у этих многогранников?

10. Трое рабочих вырыли яму. Они работали по очереди, причём каждый проработал столько времени, сколько нужно было бы двум другим, чтобы вместе вырыть половину ямы. Во сколько раз быстрее они вырыли бы яму, работая все вместе?

Художник Николай Крутиков

Как выбраться из леса?

Вася пошёл из деревни за грибами и через полчаса заблудился. Вася понимает, что не мог двигаться по лесу со скоростью более 4 км/ч, а значит, он находится не далее чем в 2 км от перекрёстка. Однако он абсолютно не понимает, в какой стороне деревня и две дороги. Может ли Вася заведомо выйти из леса, пройдя не более 6 км?

Автор Михаил Евдокимов
Художник Екатерина Ладатко

ISSN 2227-7986 16010