№ 10| октябрь 2013
Издается при поддержке Московского центра непрерывного математического образования (МЦНМО)
e-mail: kvantik@mccme.ru

ЖУРНАЛ
КВАНТИК
ДЛЯ ЛЮБОЗНАТЕЛЬНЫХ

№10
октябрь
2013

СКОЛЬКО СТОИТ ЧЕСТЬ КОВБОЯ?

ВИРУСЫ

НЕМНОГО ФИЗИКИ ИЗ ЯЙЦА

Enter

ДОРОГИЕ ДРУЗЬЯ!

Вы можете оформить подписку на «Квантик» в любом отделении Почты России. Подписаться на следующий месяц можно до 10 числа текущего месяца. Наш подписной индекс **84252** по каталогу Роспечати.

Почтовый адрес: 119002, Москва, Большой Власьевский пер., д.11, журнал «Квантик». Подписной индекс: 84252

Первые два выпуска
АЛЬМАНАХА «КВАНТИК»
с материалами номеров 2012 года,
а также все остальные
вышедшие номера
можно купить в магазине
«МАТЕМАТИЧЕСКАЯ КНИГА»
по адресу: г. Москва,
Большой Власьевский пер., д. 11,
http://biblio.mccme.ru
или заказать
по электронной почте:
biblio@mccme.ru

ISSN 2227-7986

www.kvantik.com
@ kvantik@mccme.ru
kvantik12.livejournal.com
vk.com/kvantik12

Появилась подписка на электронную версию журнала!
Подробности по ссылке: **http://pressa.ru/izdanie/51223**

Главный редактор: Сергей Дориченко
Зам. главного редактора: Ирина Маховая
Редакция: Екатерина Антоненко, Александр Бердников, Алексей Воропаев, Дарья Кожемякина, Андрей Меньщиков, Максим Прасолов, Григорий Фельдман
Главный художник: Yustas-07
Верстка: Ира Гумерова, Рая Шагеева
Обложка: художник Евгения Константинова
Формат 84х108/16. Издательство МЦНМО

Журнал «Квантик» зарегистрирован в Федеральной службе по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций.
Свидетельство ПИ N ФС77-44928 от 4 мая 2011 г.
ISSN 2227-7986
Тираж: 1-й завод 500 экз.
Адрес редакции: 119002, Москва, Большой Власьевский пер., 11.
Тел. (499)241-74-83. e-mail: kvantik@mccme.ru

По вопросам распространения обращаться по телефону: (499) 241-72-85;
e-mail: biblio@mccme.ru
Подписаться можно в отделениях связи Почты России, подписной индекс **84252**.
Отпечатано в соответствии с предоставленными материалами в ЗАО "ИПК Парето-Принт", г. Тверь.
www.pareto-print.ru
Заказ №

СОДЕРЖАНИЕ

СКОЛЬКО СТОИТ ЧЕСТЬ КОВБОЯ?

Ковбой Джо въезжал в городок Вестернтаун. Джо был весьма угрюм: запасы еды закончились ещё накануне, да и вода, несмотря на отчаянную экономию, едва смачивала дно фляги. Но больше всего Джо огорчали сломанные шпоры на сапогах. По его мнению, сапоги в большой степени отражали достоинство и честь хозяина, а уж если они находились в таком плачевном состоянии, как у самого Джо, то с их обладателем и говорить не стоило.

Поэтому, прежде чем утолить голод и жажду в местном баре, Джо отправился к сапожнику привести сапоги в порядок. Только после этого он мог с чистой совестью расслабиться и отдохнуть. Сапожник – ехидный старичок – сидел на крыльце и самозабвенно бренчал на банджо[1].

– Эй, старик, кончай валять дурака, продай мне пару хорошеньких шпор, да поживее, – буркнул Джо.

– Чего-чего? – весело отозвался дед, не прекращая дёргать струны.

Подавив своё негодование, Джо устало слез с лошади и приглушил рукой струны банджо.

– Шпоры, старик. Мне нужны шпоры.

– А, этого у меня полно! – ответил сапожник и провёл его в мастерскую, не переставая без умолку тараторить. – У меня отличный товар, отличный, не пожалеете, выбирайте, не стесняйтесь, вот, глядите: отменная кожа, загляденье просто, да и крепкая, вы не смотрите, что такая тонкая, носить – не износить, шпоры – блеск, а отвороты какие стильные, дамам, хе-хе, нравится, и всё это чудо всего за 20 долларов, вы примерьте, примерьте, на глаз вижу – ваш размерчик, не стесняйтесь…

Слова вылетали из старичка быстрее пуль, так что Джо сначала чуть было не выхватил свой верный кольт с перепугу. Улучив, наконец, момент, он поспешно вставил:

– Нет, никаких сапог, чёрт возьми, мои дороги мне как память! Мне нужны только шпоры,

[1]Американский струнный музыкальный инструмент.

понимаешь? Шпоры! Вот эти сколько стоят? – спросил он, указывая на те, что были на сапогах, которые ему только что чуть не всучили.

Сапожник поначалу растерялся, но быстро собрался с духом и вновь обрушил словесный поток на теряющего терпение Джо.

– А-а-а, шпоры! И шпоры у меня отличные, вот эти, говорите? Замечательный выбор, даже лошади вашей, хи-хи-хи, понравятся, а главное, действительно, зачем целиком сапоги покупать, ведь шпоры на целых 10 долларов дешевле всего остального! Какая экономия...

– Тысяча чертей, прекрати трещать мне в ухо! – завопил Джо. – Держи свои жалкие 10 долларов и...

– Так вам две пары? – засуетился старичок. – Это пожалуйста, держите, – сказал он, протягивая вторую пару шпор.

– Вот тупица! Одна, одна мне пара нужна, вот 10 долларов! – протестовал Джо.

– Я же говорю, сапоги вместе со шпорами стоят 20 долларов, а шпоры дешевле самих сапог на 10 долларов. – Старик даже умерил пыл, не понимая, чего же хочет странный ковбой.

– Да понял я, получается, шпоры стоят $20 - 10 = 10$ долларов, я их и даю! – разъяснял Джо.

– И сколько же, по-вашему, стоят сапоги без шпор, а? – ехидно улыбнулся сапожник.

– Ясное дело, $10 + 10 = 20$ долларов.

– А сапоги вместе со шпорами?

– $20 + 10 = 30$ долл... Э-э-э, да ты провести меня собрался, каналья! А ну, говори прямо, сколько шпоры стоят!

– Хе-хе, мог бы сам додуматься, вопрос-то невесть какой сложный, смекнёшь сам, а? Поди, доскакался по пустыням и прериям, одна пыль в голове...

Не желая выглядеть окончательным балбесом в глазах сапожника, Джо буркнул:

– Да уж смекнул, чего там. Вот тебе твои 5 долларов за шпоры.

А про себя подумал: «Зачем я буду спорить? Ведь этот недоумок сам себя надул, предложив

за 10 долларов целых две пары шпор, не одну. Я от этого только выиграю!»

Затем снял свои любимые (и, по правде говоря, единственные) сапоги, протянул сапожнику и с некоторым облегчением выдохнул:

– Приделывай. Да пошустрее…

– Здрасьте, приехали! «Приделывай», говорит! – запыхтел старичок, глянув на сапог. – У вас сапоги-то странные, нужно специальный ремешок делать, видите, какой у вас? А какой у обычных шпор? Разные они, поэтому с обычным у вас не выйдет никак, соскальзывать будет шпора…

– Да уймись же, сколько повторять! – уже причитал Джо. – Делай свой ремешок, делов-то.

– Так это же за отдельную плату только. – Старичок уставился на ковбоя как на полного идиота. Потом закатил глаза и стал, видимо, что-то считать, нечленораздельно бубня: – Это, значит, хм-хм, два, да ещё за пряжку берём, ага-хм-гм, и ещё так, итого пять… Ага. С вас всего за шпоры и ремешки ровным счётом 10 долларов. – И так широкая, улыбка старичка настолько расплылась, что едва не достала ушей.

Лицо Джо, смертельно бледное после всех его злоключений, стремительно наливалось краской. От ярости слова отказывались складываться в связное предложение.

– Так я же… десять тебе… старикан ты этакий… с самого начала… ты издеваешься, что ли… дал я тебе с самого начала же чёртовы 10 долларов! – наконец выпалил Джо.

Вестернтаун был городком маленьким, и почти никаких интересных событий там не происходило. Потому там надолго запомнили проезжего путешественника, зашедшего в тот день в бар в старых сапогах с новенькими блестящими шпорами. И даже уличные мальчишки ещё долго обзывали друг друга не просто «болван», а «болван Джо» – особенно если кто-то из них не мог справиться с пустяковой задачкой.

А вы сами разобрались, кто прав: ковбой Джо или дед-сапожник?

Художник Виктор Пяткин

Луч света в тёмном царстве...

Борис Дружинин

21 декабря 1879 года рано утром в контору газеты «Нью-Йорк Геральд» ворвался её редактор Томас Коннери.

– Что это? – разгневанно кричал он, размахивая свежей газетой. – Кто позволил?

– Я не понимаю, о чём вы говорите, – пожал плечами заведующий отделом репортажей Альберт Орр, удивлённый появлением начальника в столь ранний час.

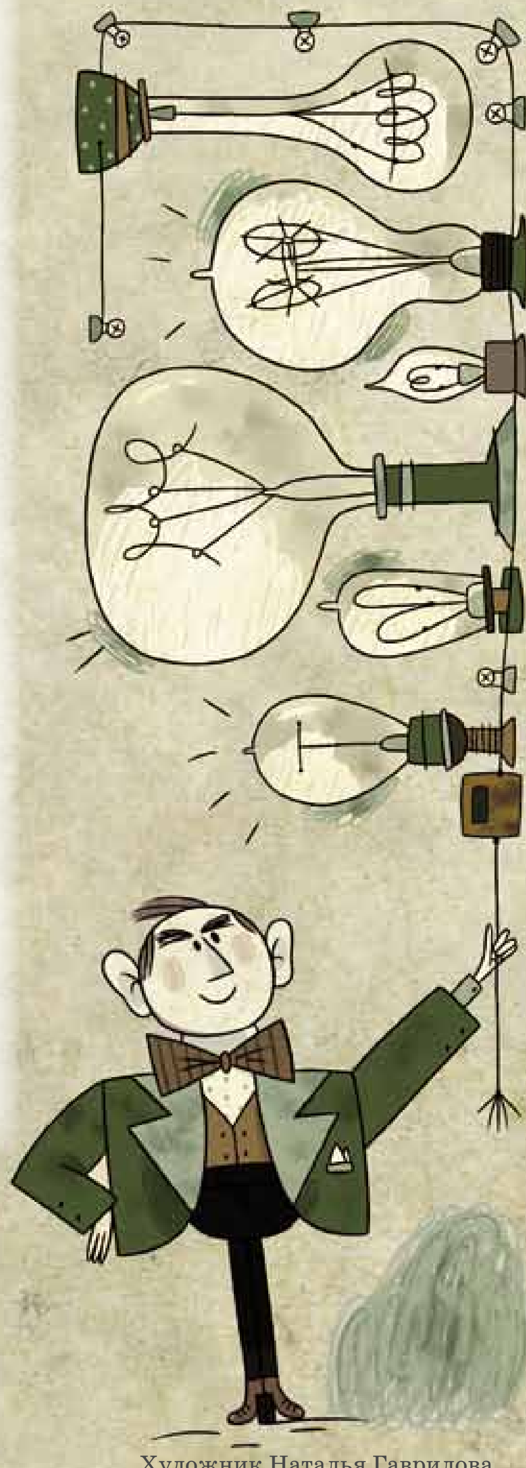
– Вот об этом, – Коннери показал статью на первой странице. – Читатели будут смеяться над нами, а конкуренты – потирать руки. «Свет передаётся по проводам». Как такое можно написать?

– Я только хотел заглянуть в будущее, – оправдывался автор статьи Фокс, вызванный в кабинет редактора.

– Мы до такого не доживём! Этого не будет никогда! – не мог успокоиться Коннери. – **Так утверждают многие специалисты.**

«Никогда» продлилось ровно 10 дней. В 25 милях от Нью-Йорка, в небольшой деревушке Менло-Парк располагалась лаборатория Томаса Эдисона. Там 31 декабря 1879 года специально приглашённые видные деятели науки, искусства, бизнеса и политики стали свидетелями необыкновенного по тем временам зрелища. Эдисон щёлкнул выключателем, и окрестности залились ярким светом семисот электрических лампочек.

В числе приглашённых был и редактор «Нью-Йорк Геральд».



Художник Наталья Гаврилова

Сергей Дориченко

ЧЁТНОСТЬ

Однажды два школьника, Андрей и Алёша, развлекались такой игрой. Они одновременно называли по натуральному числу. Потом эти два числа перемножали. Если произведение получалось чётное, то выигрывал Андрей, а если нечётное, то Алёша.

А вы согласились бы играть в эту игру за Алёшу? Если хоть немного подумать, то становится ясно – Андрей будет всегда выигрывать, просто называя чётное число.

Наверное, самая известная задача «на чётность» – это задача о шестерёнках.

1 Одиннадцать шестерёнок соединены по цепочке так, как показано на рисунке. Могут ли они вращаться одновременно?

Прежде чем читать дальше, попробуйте ответить самостоятельно. Чтобы решить задачу, представим себе эти шестерёнки вращающимися. Допустим, первая шестерёнка крутится по часовой стрелке. Тогда вторая вращается против часовой, третья – по часовой стрелке, четвёртая – против, и так далее. Одиннадцатая шестерёнка будет вращаться по часовой стрелке, а значит, первая – против, чего не может быть: мы предположили обратное.

Вот, на первый взгляд, совсем непохожая задача.

2 **а)** По кругу стоят 10 корзин. Можно ли разложить в них несколько арбузов так, чтобы в любых двух соседних корзинах число арбузов отличалось на 1? **б)** А если корзин 15?

Пункт а) решается совсем просто: например, раскладываем в корзины по очереди то 1, то 2 арбуза.

А как решать пункт б)? Ровно такой способ раскладки не подходит, но, может, есть какие-то другие? Оказывается, как ни раскладывай арбузы, выполнить условие не получится. Вспомним задачу 1: в ней любые две соседние шестерёнки вращались в разные стороны. В случае с корзинами тоже можно указать важное отличие соседних корзин: числа арбузов в них разной чётности! Если в одной корзине чётное число арбузов, то в следующей – нечётное, в следующей – снова чётное, и так далее. Начнём с одной из корзин и пройдёмся по кругу – получится, что число арбузов в этой корзине чётное и нечётное одновременно, а так не бывает.

В следующей задаче, казалось бы, чётность совсем ни при чём.

3 Давным-давно барон Мюнхгаузен свои владения обнёс забором и нарисовал на карте. Забор изображён замкнутой несамопересекающейся ломаной, внутри которой – владения барона. Барон забыл, входит ли в его владения деревня Гаузеновка. Он смог найти лишь обрывок карты (см. рисунок на полях), на который попали его дом, деревня Гаузеновка и часть забора, проходящая по этому участку. Выясните, входит ли деревня во владения барона?

Каждый понимает – если перелезешь через забор между двумя дворами, то из одного двора попадёшь в другой. И это всё, что нам понадобится. Проведите на карте путь так, чтобы один его конец был во владениях барона, а другой – в деревне. Отметьте точки этого пути, в которых надо перелезать забор. Мысленно пройдём по этому пути, начав из владений барона. После первого перелезания через забор мы окажемся вне владений, после следующего снова попадём во владения барона, и так далее. Поэтому если число точек перелезания чётно, оба конца пути находятся во владениях барона, а если нечётно – то нет. А сколько точек получилось у вас? Должно было выйти нечётное число, то есть деревня не принадлежит барону.

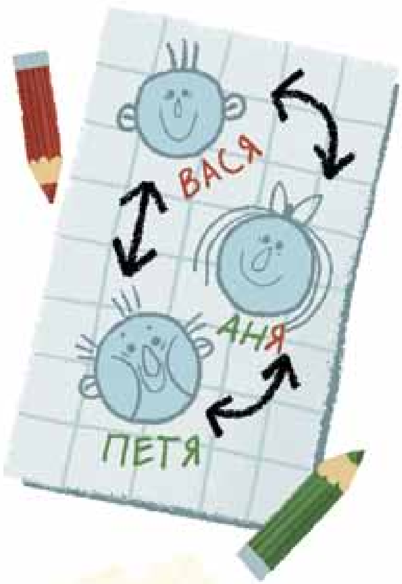
4 – А у нас в классе 25 человек, и каждый дружит ровно с семью одноклассниками!

– Не может быть этого, – ответил приятелю Витя Иванов, победитель олимпиады. Почему?

Давайте мысленно отметим на листе 25 точек – это будут ученики класса. А потом проведём отрезки, символизирующие дружбу: если два ученика дружат, то соединяем их точки отрезком. Внимание, вопрос: сколько всего мы проведём отрезков? Кажется, это легко понять. Из каждой точки выходит по 7 отрезков (ведь каждый дружит с семью одноклассниками). Всего точек 25, из каждой – по 7 отрезков, значит, всего отрезков вроде бы получается $25 \cdot 7 = 175$?

Проверим на маленьких числах. Пусть всего ребят трое, и каждый дружит с двумя. Рисунок получается

очень простой – три точки соединены попарно отрезками (как в треугольнике). А по нашей формуле выходит $3 \cdot 2 = 6$. В чём ошибка? Дело в том, что мы каждый отрезок засчитали два раза! Скажем, если в классе Петя и Вася дружат, то их отрезок-дружбу мы учли и когда считали Петины отрезки, и когда считали Васины. Поэтому для правильного ответа надо ещё на 2 поделить. В случае с тремя школьниками как раз получаем три отрезка – шесть делим на два. А в исходной задаче выходит 175/2 отрезков. Но это же нецелое число, так не бывает!



5 **а)** Можно ли заменить звёздочки в равенстве 1*2*3*4*5*6*7*8 = 0 на знаки «+» или «−» так, чтобы равенство стало верным? **б)** Тот же вопрос для равенства 1*2*3*4*5*6*7*8*9 = 0.

В равенстве из пункта а) знаки расставить можно (сделайте это!).

А вот в пункте б) попытки к успеху не приводят. Давайте разберёмся, почему. Предположим, что знаки можно расставить так, чтобы равенство выполнялось. Перенесём все числа со знаком «−» в правую часть. Получим, что сумма нескольких чисел из 1, 2, 3, …, 9 (тех, которые стоят слева от знака равенства) равна сумме остальных чисел (тех, которые стоят справа). Но тогда общая сумма чисел от 1 до 9 чётна. А это неверно: сумма чисел от 1 до 9 равна 45.

Разбиение на пары

6 Что больше: сумма всех чётных чисел первой сотни или сумма всех её нечётных чисел? На сколько?

Для решения этой задачи совсем не нужно вычислять эти суммы, а потом сравнивать. Разобьём числа от 1 до 100 на пары: 1 и 2, 3 и 4, 5 и 6, … , 99 и 100. В каждой паре одно число чётное, а другое нечётное, причем на 1 меньше. А всего пар 50. Значит, сумма нечётных чисел первой сотни на 50 меньше, чем сумма чётных чисел первой сотни.

7 Можно ли из единичных кубиков склеить тело, поверхность которого состоит из нечётного числа единичных квадратиков? (Если какие-то два кубика приклеиваются друг к другу, то по грани.)

Конечно, ответ – нельзя. Сколько отдельных кубиков ни возьми, их общая поверхность состоит из чётного числа квадратиков. При склеивании кубиков какие-то квадратики могут исчезнуть, наложившись друг на друга. Но исчезают они всегда парами – если пропал один квадратик, то пропал и тот, который к нему приклеился. Поэтому исчезнет чётное число квадратиков, а исходно их было тоже чётное количество – значит, и останется на поверхности тела чётное число квадратиков.

Задачи для самостоятельного решения

8. Кузнечик умеет прыгать вдоль прямой на 6 см и на 8 см (в любую сторону). Сможет ли он попасть в точку, расстояние от которой до исходной равно **а)** 1,5 см; **б)** 7 см; **в)** 4 см?

9. Можно ли разрезать квадрат 5×5 на доминошки 1×2?

10. Из книги выпал кусок, его первая страница имеет номер 463, а номер последней записывается теми же цифрами, но в каком-то другом порядке. Сколько страниц в куске?

11. Несколько мальчиков и девочек встали по кругу. Оказалось, что у каждого либо оба соседа девочки, либо оба соседа мальчики. Всего в кругу 5 мальчиков. А сколько девочек?

12. У Пети и Васи есть кучка из 777 спичек. Ходят по очереди, начинает Петя, за ход берут 7 или 77 спичек. Проигрывает тот, кто не может сделать ход. Кто выиграет?

13. а) Нарисуйте замкнутую 6-звенную ломаную, каждое звено которой пересекается ровно с одним из остальных звеньев.

б) Может ли у ломаной с таким свойством быть 7 звеньев?

14. В строчку написаны числа 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10. Оля и Даня по очереди ставят перед каким-нибудь из этих чисел знак «+» или «–» (если там ещё нет знака). Когда перед каждым числом будет стоять знак, вычисляется значение полученного выражения. Если оно чётное, то выигрывает Даня, а если нечётное, то Оля. Может ли Даня выиграть?

15. Одно число получили из другого перестановкой цифр. Может ли сумма этих чисел равняться **а)** 9999; **б)** 99999?

16. За круглым столом сидят 2013 представителей четырёх племён: люди, гномы, эльфы и гоблины. Известно, что люди никогда не сидят рядом с гоблинами, а эльфы – рядом с гномами. Докажите, что какие-то два представителя одного и того же племени сидят рядом.

17. Улитка ползёт из точки A с постоянной скоростью, поворачивая на 90° в какую-нибудь сторону каждые 15 минут. Докажите, что она может вернуться в точку A только через целое число часов.

Художник Ольга Демидова

Илья Иткин

1, 2, 3, ..., девять, 10

Откуда в названии числа «9» звук «Д»?

Как вы, конечно, знаете, русский язык относится к группе славянских языков. Возможно, вы слышали и о том, что славянские языки, в свою очередь, входят в большую индоевропейскую языковую семью – вместе с древними (такими как санскрит) и современными (такими как хинди) языками Индии, древнегреческим и его современным потомком – новогреческим, латынью и её потомками – романскими языками (французским, испанским, итальянским...), германскими языками (английским, немецким, голландским...), а ещё, например, ирландским, армянским, персидским и многими другими языками. Но если родство славянских языков очевидно всем, кто на них говорит, то индоевропейские языки, относящиеся к разным группам, настолько давно (много тысяч лет!) существуют отдельно друг от друга, что обнаружить между ними что-нибудь общее не так-то просто. Одним из «островков» сходства между далёкими друг от друга индоевропейскими языками оказываются числительные первого десятка – важные и очень употребительные слова, способные сохраняться в языке в течение чрезвычайно долгого времени.

Возьмём, скажем, числительное «три»: по-латыни trēs, по-французски – trois, по-английски – three, на санскрите – traya-, а по-ирландски – так и вовсе trí! Очень похоже.

Или, допустим, числительное «девять»: по-латыни novem, по-французски – neuf, по-английски – nine,

по-немецки – neun, на санскрите – nava-, на хинди – nau... Снова очень похоже.

«Стоп! – возмутится читатель. – Похоже-то похоже, да только во всех этих языках название числа «девять» начинается со звука «н», а по-русски – со звука «д»! Вот уж действительно, чудеса лингвистики... Как такое может быть?!»

...Чтобы понять, как такое может быть, надо вспомнить, что один из самых естественных и частых случаев употребления числительных – это обычный устный счёт, состоящий в назывании подряд всех чисел от единицы до какого-то определённого количества. Считать порой приходится очень быстро, и иногда случается так, что для удобства произношения соседние числительные уподобляются друг другу, начинают звучать похоже. Теперь вы догадались, откуда в русском слове «девять» на месте индоевропейского «н» появился звук «д»? Конечно же, из следующего за ним по порядку числительного «десять». Это изменение произошло во всех славянских языках, а также в языках балтийской группы – литовском и латышском, – обнаруживающих много общих черт со славянскими языками; например, по-литовски «девять» будет devyni. Больше того, многие славянские языки дошли до того, что названия чисел 9 и 10 различаются в них одним-единственным звуком: по-русски «деВять» – «деСять», по-болгарски «деВет» – «деСет» и так далее.

В самом слове «десять» звук Д является исконным: об этом нам говорит название числа 10, например, в древнегреческом – δεκα (читается примерно как «дэка») и латыни – decem.

Такого рода изменения встречаются в самых разных языках. Например, в венгерском языке числительное hét («хээт») «семь» должно было бы звучать как ét («ээт»), но приобрело начальный звук h под влиянием соседнего числительного hat («хат») «шесть». В родственном грузинскому сванском языке числительное ara («ара») «восемь» должно было бы звучать как arwa («арва»), но, наоборот, потеряло звук w под влиянием соседнего числительного čxara («чхара») «девять». Одна из частых ошибок в немецком языке – это как раз ошибка при счёте, когда вместо «Ein, zwei, drei!» («Айн, цвай, драй!») «Один, два, три!» произносится «Ein, zwein, drei!» («Айн, цвайн, драй!») или даже «Ein, zwein, drein!» («Айн, цвайн, драйн!»): звук «н», которым оканчивается числительное «Ein», переносится на соседние числительные. Конечно, пока что zwein вместо zwei – это ошибка (да и начинать счёт по-немецки «совсем правильно» так: «Eins, zwei, drei!» («Айнс, цвай, драй!»)), но, как знать, может быть, через какое-то время такое произношение станет нормой?

В русском языке есть и другие примеры уподобления соседних числительных друг другу. Так, числительное «восемь» приобрело звук «м» под воздействием числительного «семь». Чтобы в этом убедиться, удобнее всего сравнить русский язык с латынью: «семь» по-латыни – septem (с «м» на конце), а «восемь» – oktō (без всякого «м»; сходство между латинским и русским словами будет более заметным, если вместо современной формы «восемь» взять более старую «осемь», сохранившуюся в таких словах, как «осьминог» и «осьмушка»). И уж совсем удивительная история произошла с обозначением числа 1. Как вы догадываетесь, 1 по-русски «один»: «один динозавр», «один час», «осталось сдать всего один экзамен»... Но при устном счёте (и только при устном счёте) слово «один» обычно заменяется словом «раз»: вместо «Один, два, три...» чаще всего можно услышать «Раз, два, три...». Конечно, слово «раз» не приобрело никаких звуков из слова «два», и тем более не может быть и речи о том, что слово «один» стало произноситься как «раз» под влиянием соседних числительных. И тем не менее эта история имеет самое прямое отношение к тому, о чём вы только что прочитали. Какое?

Художник Анастасия Мошина

ПОЛЯРНАЯ ЗВЕЗДА

Ответ к вопросу из статьи прошлого номера «В какую сторону крутится Земля?».

Максим Прасолов

Как далеко от нас находятся звёзды? Движутся ли они?

Ответим на первый вопрос. Звёзды очень далеко от нас. Ближайшая к нам звезда – Солнце. Следующая – альфа[1] созвездия Кентавра. От неё свет доходит до Земли аж за 4 года! А от Солнца – за 8 минут.

Ответ на второй вопрос: звёзды движутся, но из-за большого расстояния до них это движение незаметно для наблюдателя на Земле. Поясним на примере. Каждый из вас наблюдал летящий в небе самолёт. Кажется, что он медленно ползёт по небу, хотя его настоящая скорость – около 900 км/ч (то есть 250 метров в секунду). А звёзды несравнимо дальше от нас, чем любой самолёт. Вспомните – свет от звезды идёт к нам годами. И если бы мы могли разглядеть её движение на ночном небе, настоящая скорость звезды была бы огромной, много больше скорости света. Но это противоречит положению современной физики: любое тело движется медленнее света.

Тут вы могли бы возразить, что не раз наблюдали, как звёзды «падают»[2], – не это ли то самое движение звёзд? Однако это не звёзды падают, а обломки космических тел сгорают в атмосфере Земли. Это явление называют метеором. Ещё раз подчеркнём, что звезда не может проноситься по небу с такой скоростью, она слишком далеко.

Но звёзды всё-таки движутся по ночному небу! Причём по окружностям с общим центром (рис. 1). Это движение легко увидеть на ясном небе, потратив не более получаса. Но ведь только что мы утверждали обратное – движение звёзд для нас незаметно. Чтобы разобраться, опишем такой опыт.

Встаньте в комнате не под люстрой, запрокиньте голову вверх и покружитесь (осторожно, не до головокружения). Вы будете наблюдать движение люстры по окружности, хотя на самом деле она неподвижна! Так и по небу звёзды движутся из-за… вы уже догадались? …вращения Земли вокруг своей оси. Обсудим подробнее это «движение» звёзд.

Во-первых, звезда проходит полный круг за одни сутки, то есть 24 часа. Это логично, ведь и Земля совершает один оборот за сутки, сменяя день на ночь, а потом – ночь на день.

Во-вторых, точка неба, на которую указывает ось Земли, остаётся всегда неподвижной. Одну такую точку можно

Рис. 1. Если фотоаппарат снимает небо в течение часа, то на фотографии звёзды выглядят дугами окружностей. Этот эффект художественно обыгран на рисунке.

[1] Самая яркая звезда созвездия.

[2] Говорят, что если успеть загадать желание, пока падает звезда, то оно сбудется.

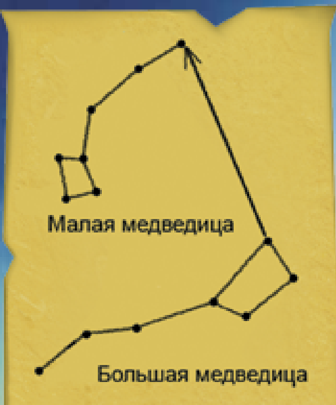


Рис. 2.

наблюдать в северном полушарии, она называется *северным полюсом мира*, а другую – в южном, она называется *южным полюсом мира*. И тут мы приходим к теме нашей статьи. Очень близко к северному полюсу мира расположена Полярная звезда. Её можно назвать одним из главных ориентиров для наблюдателя ночного неба, ведь она остаётся практически неподвижной. Однажды обнаружив её на ночном небе, например, из окна своего дома, вы будете там её находить в любое время года, в любое время ясной ночи.

А найти её очень просто. Для этого нужно сначала отыскать «большой ковш» (созвездие Большой Медведицы), а потом провести прямую через стенку ковша, противоположную ручке. Звезда располагается близко к этой прямой (рис. 2). Полярная звезда – самая яркая звезда созвездия Малой Медведицы, которое напоминает «малый ковш» (рис. 2).

А чем замечательно положение Полярной? Во-первых, она указывает на север (рис. 4). Во-вторых, её угол над горизонтом (рис. 3) равен широте, на которой находится наблюдатель. Попробуйте в этом разобраться, глядя на рис. 5. Если не получилось, давайте обсудим понятия широты и долготы – удобных координат на поверхности Земли.

Вспомните глобус: на нём проводят линии от одного полюса к другому. Эти линии называют *меридианами* (рис. 6). Меридиан, на котором находится гринвичская обсерватория в Лондоне, называется нулевым. Ещё на глобусе есть линии, перпендикулярные меридианам и параллельные экватору (рис. 7). Это *параллели*.

Широта параллели – это градусная мера дуги меридиана, соединяющей параллель и экватор (рис. 8). А *долготой* меридиана называют угол между ним и нулевым меридианом (рис. 6).

Координаты Москвы – 56 градусов северной широты и 38 градусов восточной долготы. Это означает, что Москва находится в северном полушарии на параллели широтой 56 градусов и в восточном полушарии на меридиане долготой 38 градусов. Так, на ночном небе Москвы Полярная звезда находится на 56 градусах над горизонтом (рис. 5).

Рис. 3

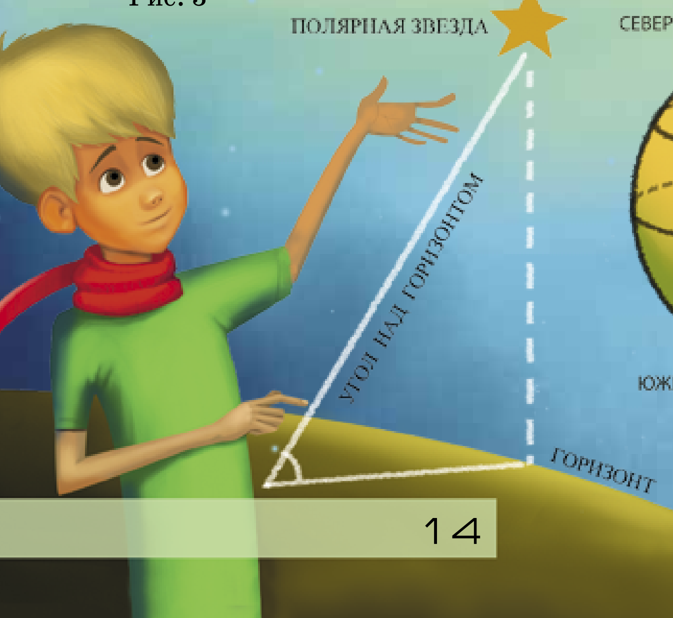


Рис. 4

Рис. 5. Равенство отмеченных углов вытекает из того, что касательная к окружности перпендикулярна радиусу, проведённому к точке касания

Рис. 6

Рис. 7

Рис. 8

Вообще, имея звёздную карту и зная точное время, по ночному небу можно определить и долготу, но об этом как-нибудь в другой раз.

Любопытно, что 5000 лет назад на север указывала (например, древним египтянам) не Полярная, а альфа созвездия Дракона. Это вызвано очень медленным смещением оси Земли. На рисунке 9 изображено движение северного полюса мира, который примерно через 26000 лет опять будет близко к Полярной.

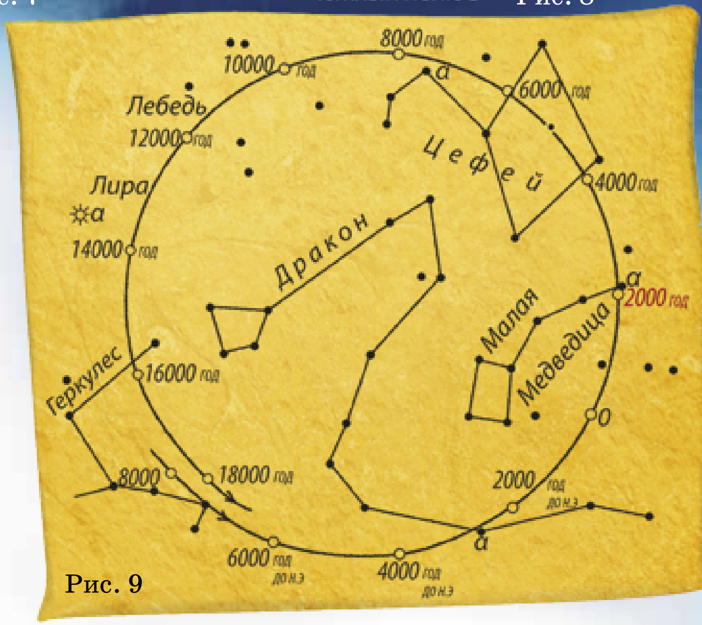


Рис. 9

В заключение ответим на такой вопрос: в какую сторону звёзды вращаются вокруг Полярной, по часовой стрелке или против? Представьте, что вы стоите ночью в поле где-то в северном полушарии, а небо очень ясное, так что все звёзды прекрасно видны. Повернитесь лицом к Полярной звезде, тогда вы будете смотреть на север. По правую руку от вас будет восток, по левую – запад. Вспомним из статьи в прошлом номере, что вращением Земли вас уносит от запада к востоку. Значит, вы будете наблюдать вращение звёзд на небе против часовой стрелки вокруг Полярной звезды.

Придём к этому ответу по-другому, используя то, что среднюю полосу России солнце освещает с южной стороны (убедитесь, что больше всего света попадает в квартиру через окна, выходящие на юг). Солнце, как и все звёзды, из-за вращения Земли вокруг своей оси движется в течение дня практически по окружности вокруг Полярной звезды. Оно взойдёт на восточной стороне, пройдёт по небу с южной стороны, и зайдёт на западе, тем самым обогнув Полярную против часовой стрелки (рис. 10).

Рис. 10. Вид на небо, если сначала повернуться лицом к северу, а потом посмотреть вверх, запрокинув голову.

Художник Александра Романчук

Константин Богданов

немного физики из яйца

Яйцо было и остаётся до сих пор важным объектом изучения в биологии. Однако, пользуясь только биологическими методами исследования, иногда бывает трудно ответить на, казалось бы, простые вопросы. Например, как отличить варёное яйцо от сырого или почему сваренные яйца надо быстро охладить, чтобы легче очистить от скорлупы? Ответим на эти вопросы и ещё на несколько других, используя законы физики.

Закон Архимеда для свежего и тухлого яйца

Средняя масса свежего яйца – 58 г, а объём – 53 см^3. Значит, его плотность – 1090 кг/м^3. Поэтому свежее яйцо быстро тонет в чистой воде – оно тяжелее воды. Когда яйцо портится, из-за гниения в нём накапливаются различные газы и выходят наружу. В результате масса яйца уменьшается. Поэтому тухлые яйца либо очень медленно опускаются на дно стакана, наполненного водой, либо вообще всплывают. Хозяйки, живущие в некоторых странах Ближнего Востока, часто используют способность свежих яиц тонуть в воде, когда готовят «стандартный» рассол для консервации свежих овощей. Они опускают в кастрюлю с водой свежее яйцо и добавляют в неё соль до тех пор, пока яйцо не начинает всплывать (около 14 г на 100 мл раствора). Такая концентрация соли вполне достаточна для консервации.

Какое яйцо лежит в холодильнике?

Кто-то положил яйцо в холодильник, а потом забыл, сварено оно или нет. Это довольно легко определить – положите яйцо на стол, раскрутите, отпустите и следите за тем, сколько оборотов оно совершит до полной остановки. Сырое яйцо сделает едва ли больше одного-двух оборотов, а варёное – может даже и десять. Вызвано это тем, что, вращая сырое яйцо, мы вращаем только его скорлупу и ближайший к ней слой жидкости внутри яйца. Центральная часть яйца остаётся практически неподвижной. При этом силы вязкого трения внутри яйца тормозят вращающийся слой. Под их действием, а также из-за трения между яйцом и столом, яйцо быстро останавливается, когда мы перестаём его крутить. А вот внутри варёного яйца находится твёрдый гель, и оно движется целиком. Тормозит его только трение о поверхность стола. Поэтому оно крутится дольше.

Как легче снять скорлупу?

Скорлупа состоит из карбоната кальция. Мел – это тоже карбонат кальция. В скорлупе яйца есть около 10000 микроскопических пор, необходимых для того, чтобы развивающийся в яйце зародыш мог дышать. Через них яйцо обменивается газами с окружающим воздухом – кислород входит в яйцо, а углекислый газ выходит. Эти поры легко увидеть на скорлупе через увеличительное стекло. Ну а если вы понаблюдаете за поверхностью яйца, опущенного в воду, то увидите, что при нагреве воды задолго до кипения во многих местах на скорлупе появляются пузырьки. Увеличиваясь в объёме, они отрываются от яйца и поднимаются вверх. Это через поры выходит из яйца воздух, расширяющийся при нагревании.

Все хозяйки знают: чтобы варёное яйцо легко очистилось от скорлупы, надо его сразу положить в холодную воду. Благоприятный эффект охлаждения можно объяснить так. При резком охлаждении яйцо сжимается. Однако скорлупа, охлаждаясь, сжимается меньше, чем находящийся в ней белок. Поэтому белок, окружённый оболочкой (мембраной), сжимаясь, оторвёт оболочку от внутренней поверхности скорлупы. После этого скорлупа счищается легко.

Если хотите снять скорлупу с сырого яйца, положите его в уксус, и через 24 часа от скорлупы ничего не останется. При растворении скорлупы будут выделяться пузырьки углекислого газа. То же самое будет происходить, если бросить в уксус кусочек мела.

Сколько мыла в яйце?

Желток окрашивают в жёлтый цвет молекулы лецитина. Один конец молекулы лецитина электрически заряжен, а другой – нет. Поэтому молекула лецитина может одновременно связаться с молекулой воды (заряженным концом) и молекулой жира (нейтральным концом). Таким же свойством обладают молекулы мыла и шампуней. В воде молекулы лецитина окружают со всех сторон кусочек жира, изолируя его.

Поэтому желтком (конечно, свежим) можно вымыть голову, если под рукой нет настоящего мыла. А ещё с помощью лецитина объединяют воду и масло при производстве майонеза – смеси воды, растительного масла и уксуса.

Художник Анастасия Слепцова

МАТЕМАТИЧЕСКИЕ СЮРПРИЗЫ

Игорь Акулич

УХА ИЗ МУХИ

Борис Анастасьевич Кордемский (1907 – 1999) – признанный популяризатор занимательной математики в СССР, а впоследствии – в России. Он написал немало книг и статей, среди которых особое, почётное место занимает, конечно, знаменитая «Математическая смекалка»[1], представляющая собой, по сути, сборник задач различной степени сложности. Встречаются среди них и так называемые ребусы. Этим словом принято называть зашифрованные арифметические примеры, в которых цифры заменены буквами по следующим незыблемым правилам:

Правило 1: одинаковые буквы обозначают одинаковые цифры.

Правило 2: разные буквы обозначают разные цифры.

Правило 3: первой цифрой многозначных чисел не может быть ноль.

Иногда в ребусах применяются значки «*» (звёздочки), которые, в отличие от букв, могут обозначать *любые* цифры, не обязательно различные, или знак вопроса, обозначающий *любое* количество *любых* цифр.

Решить ребус – значит определить, какие цифры «спрятаны» под буквами.

Целую россыпь ребусов содержит задача 272, и в одном из них читателю предлагается в примере на деление из мухи... сварить уху:

$$
\begin{array}{r|l}
\text{МУХА} & \text{ХА} \\ \cline{2-2}
\underline{\text{ХА}} & \text{УХА} \\
\text{КХ} & \\
\underline{\text{АР}} & \\
\text{УХА} & \\
\underline{\text{УХА}} & \\
= &
\end{array}
$$

Ребусы, как правило, решаются логическими рассуждениями, нередко с использованием более или менее обширного перебора. Для приведённого «кулинарного» шедевра можно предложить, например, такой подход. Первая цифра частного – ***У***. При делении «в столбик» мы умножаем её на делитель ***ХА*** и подписываем результат под первыми цифрами делимого. Но ведь там подписано то же самое ***ХА***! Итак, при

[1] В этой статье использованы примеры из 3-го издания этой книги (Москва, ГИТТЛ, 1956).

умножении ***ХА*** на ***У*** результат равен ***ХА***, вследствие чего $У=1$.

Далее мы из ***МУ*** вычитаем ***ХА***, и получается *однозначное* число ***К***. Отсюда сразу становится ясно, что ***Х*** ровно на 1 меньше, чем ***М***, и эта единичка из разряда десятков была «разменяна» в разряде единиц. Поэтому $(10+У)-А=К$, а так как $У=1$, то $11-А=К$.

Продвигаемся дальше вниз. Из ***КХ*** вычитаем ***АР***, получая ***УХ***. Во-первых, отсюда следует, что $Р=0$. Во-вторых, из-за нулевого ***Р*** нам при вычитании не придется «разменивать единичку» из буквы ***К***, и потому $К-А=У$. Вспомнив теперь, что $У=1$ и $К=11-А$, получаем $(11-А)-А=1$, и $А=5$.

Что ж, неплохо – две цифры их трёх, входящих в состав делителя и частного, мы выявили, и теперь проблема только в ***Х***. Но она разрешима без труда – ведь, как видно из примера, при умножении ***ХА*** на ***А*** получается ***УХА***. А что такое, например, ***ХА***? Это число, содержащее ***Х*** десятков и ***А*** единиц. Поэтому $ХА=10\cdot Х+А$. Аналогично $УХА=100\cdot У+10\cdot Х+А$. Так что равенство $ХА\cdot А=УХА$ можно записать так:

$$(10\cdot Х+А)\cdot А=100\cdot У+10\cdot Х+А.$$

Подставив сюда $А=5$ и $У=1$, легко определяем $Х=2$. Окончательно: $ХА=25$, $УХА=125$, поэтому $МУХА=25\cdot 125=3125$. Победа!

И всё-таки признаемся, что далась нам она как-то слишком легко. Причина проста: условие чересчур *избыточно*, т.е. содержит много информации, без которой, вообще-то, можно было бы обойтись. Иначе говоря, наш пример мог бы выглядеть значительно компактней, вот так:

$$МУХА:ХА=УХА,$$

и решение всё равно осталось бы единственным!

Как же решать такой «урезанный» ребус? Все приведённые выше рассуждения, очевидно, никуда не годятся – они использовали как раз промежуточные действия при делении «в столбик». Но, оказывается, имеется превосходный способ, позволяющий быстро решать такие ребусы, в которых сомножители и произведение (либо же, наоборот, делимое, делитель и частное) оканчиваются одинаковыми цифрами. Разъяснить его удобнее на других примерах, чем и займёмся.

Начнём с такого широко известного ребуса:

$$\text{\textbf{\textit{ЛИК}}}\cdot\text{\textbf{\textit{ЛИК}}}=\text{\textbf{\textit{БУБЛИК}}}.$$

Обратим внимание на его специфическое свойство: оба сомножителя оканчиваются теми же буквами, что и произведение (более того – они *полностью совпадают* с последними цифрами произведения). Сделаем «хитрый ход» – вычтем из обеих частей равенства ***ЛИК***. Получим:

$$\text{\textbf{\textit{ЛИК}}}\cdot\text{\textbf{\textit{ЛИК}}}-\text{\textbf{\textit{ЛИК}}}=\text{\textbf{\textit{БУБЛИК}}}-\text{\textbf{\textit{ЛИК}}}.$$

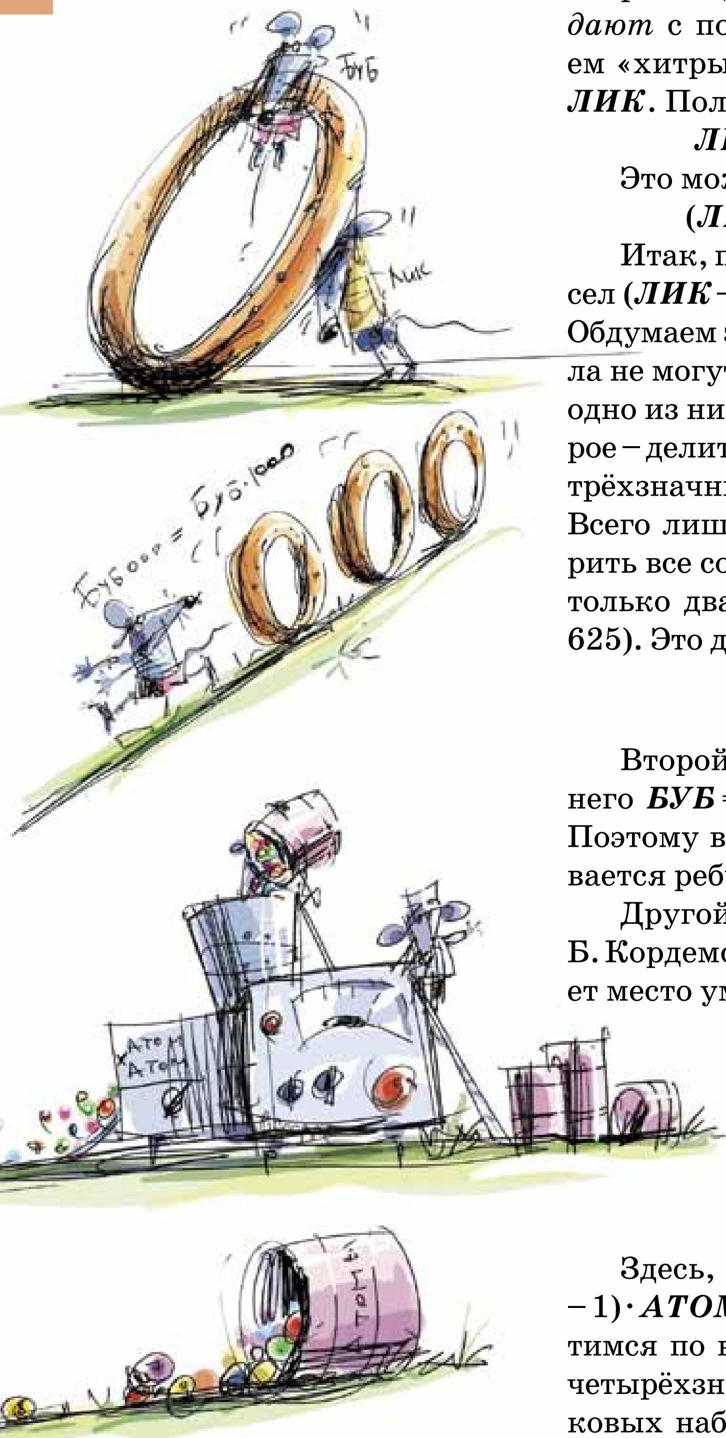
Это можно переписать в виде:

$$(\text{\textbf{\textit{ЛИК}}}-1)\cdot\text{\textbf{\textit{ЛИК}}}=\text{\textbf{\textit{БУБ}}}000=\text{\textbf{\textit{БУБ}}}\cdot1000.$$

Итак, произведение двух *соседних* натуральных чисел (***ЛИК*** – 1) и ***ЛИК***, меньших 1000, делится на 1000. Обдумаем этот факт. 1000 – это $2^3\cdot5^3$. Два соседних числа не могут *оба* делиться на 2 (да и на 5 тоже). Поэтому одно из них делится на $2^3=8$ (и *не делится* на 5), а второе – делится на $5^3=125$ (и *не делится* на 2). Но много ли трёхзначных чисел делятся на 125, но не делятся на 2? Всего лишь четыре: 125, 375, 625 и 875. Если проверить все соседние с ними числа, то из них делятся на 8 только два: 376 (сосед числа 375) и 624 (сосед числа 625). Это даёт нам два возможных решения:

$$1)\ 375\cdot376=141000=141\cdot1000;$$
$$2)\ 624\cdot625=390000=390\cdot1000.$$

Второй из них придётся отбросить, потому что для него ***БУБ*** = 390, т.е. ***Б*** равно и 3, и 0 одновременно. Поэтому верный ответ лишь первый, и расшифровывается ребус так: $376\cdot376=141376$.



Другой пример такого рода приводится самим Б. Кордемским в той же 272-й задаче. На этот раз имеет место умножение:

$$\begin{array}{r}\times\ \textit{\textbf{АТОМ}}\\ \textit{\textbf{АТОМ}}\\ \hline *****\\ *****\ \ \\ *****\ \ \ \ \\ *****\ \ \ \ \ \ \\ \hline ****\textit{\textbf{АТОМ}}\end{array}$$

Здесь, вычитая ***АТОМ***, получаем, что (***АТОМ*** – – 1)·***АТОМ*** делится на $10000=2^4\cdot5^4$. Ну а дальше катимся по наезженной колее. Рассмотрев все нечётные четырёхзначные числа, делящиеся на $5^4=625$ (а таковых набирается всего лишь 7 – не так-то и много), проверим делимость их соседей на $2^4=16$. В итоге останется один-единственный претендент на ***АТОМ***: число 9376. Проверяем: $9376 \cdot 9376 = 87909376$. Всё в порядке! Впрочем, не всё: надо ещё проверить, действительно ли при промежуточных перемножениях повсюду получаются строго пятизначные числа. Ну, это легче лёгкого, причём проверять можно лишь умножение 9376 на *наибольшую* и *наименьшую* цифры, т.е. на 3 и 9. Так как для них обеих произведения и впрямь пятизначны, то и для промежуточных множителей будет то же самое.

Кстати, и в этом ребусе умножение в столбик можно было заменить записью ***АТОМ · АТОМ*** = = *******АТОМ***, или даже так: ***АТОМ · АТОМ = ?АТОМ*** – «побочных» решений от этого не появилось бы.

Чтобы лучше усвоить предлагаемый метод, решите сами для разминки ещё несколько ребусов (используя описанный подход, вы с этим справитесь легко):

АХ · АХ = БАХ
БЕГ · БЕГ = ПРОБЕГ
АЖУР · АЖУР = ?АБАЖУР

Вернёмся теперь к нашим баранам, то есть, пардон, к мухе. Запишем ребус в виде:

УХА · ХА = МУХА

и вычтем из обеих частей ***УХА***. После очевидных преобразований получаем: ***УХА*** · (***ХА*** – 1) = ***М000***.

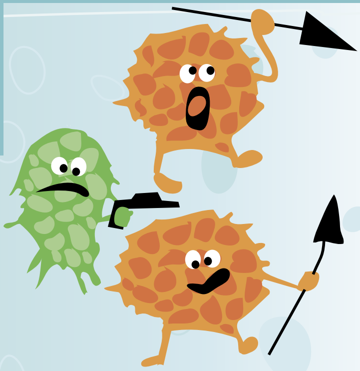
Вроде бы не совсем то, что мы рассматривали на примерах – сомножители не являются соседними числами! Но это не страшно – главное, что они оканчиваются *соседними цифрами*[2], поскольку делимость на 2 и на 5 определяется именно *последней* цифрой числа.

Таким образом, одно из чисел ***УХА*** и (***ХА*** – 1) делится на $5^3 = 125$ (и не делится на 2), другое делится на $2^3 = 8$ (и не делится на 5). Но (***ХА*** – 1) не может делиться на 125, поскольку это лишь двузначное число. Значит, на 125 делится ***УХА***, что порождает всё те же четыре возможности: 125, 375, 625 и 875. Для двух из них – 125 и 625 – число (***ХА*** – 1) делится на 8 (в обоих случаях оно равно 24). Осталось последнее – провести прямую проверку. Имеем: $125 \cdot 25 = 3125$; $625 \cdot 25 = 15625$. Второй вариант придётся отбросить, так как для него произведение оказалось пятизначным. Так что ответ и впрямь единственный – тот же, что и у Кордемского. Уха из мухи удалась на славу.

Ну а тем читателям, которых заинтересовали числа, оканчивающиеся при перемножении на себя такими же цифрами, можно порекомендовать обратиться к небольшой заметке В. Бахмина «Автоморфные числа» из «Кванта» № 1 за 1973 год (стр. 33), а также статье А. Жиглевича и Н. Петрова «О четырёх решениях уравнения $x^2 = x$» из «Кванта» № 11 за 1989 год (стр. 14).

[2] Здесь к соседним цифрам мы относим также 0 и 9, так что не ловите на неточностях!

Художник Сергей Чуб



Анастасия Шунаева

Вирусы

Что нам в первую очередь приходит в голову, когда мы слышим про вирусы? Вы наверняка подумали о компьютерных вирусах – вредоносных программах, которые портят компьютер. Но ведь не просто так говорят заболевшему, скажем, гриппом: «Это вирусное, потому и температура 39!». Наверное, настоящие вирусы связаны с болезнями и эпидемиями, а компьютерные так назвали по аналогии. А вот кто такие эти настоящие – сейчас будем разбираться.

Почему вирусы так называются? Оказывается, слово «вирус» имеет латинское происхождение и означает – что бы вы подумали? – яд! Незавидное название... И неудивительно, ведь долгое время вирусы связывали исключительно с опасными заболеваниями, всегда заразными, а иногда и смертельными. Известно, например, что египетский фараон Рамзес V умер от оспы в XII веке до н. э. (на рисунке 1 приведена фотография головы мумии фараона). Правда, тогда никто не знал, что чёрная оспа – заболевание вирусной природы.

Рис. 1. Мумия Рамзеса V

Кстати, первую вакцинацию провели именно против оспы, в 1796 году. Английский врач Эдвард Дженнер заметил, что доярки, переболевшие коровьей оспой (это не смертельное для человека заболевание), от чёрной оспы никогда не умирали. Тогда ему в голову пришло привить от этого смертельного заболевания восьмилетнего мальчика, Джеймса Фиппса, никогда не болевшего чёрной оспой (рис. 2). У заболевших коровьей оспой на коже образуются пустулы, или, по-другому, гнойные пузырьки. Дженнер внёс в ранку мальчика жидкость из пустул больной доярки. Пустулы появились и у Джеймса, но скоро исчезли. Тогда врач заразил мальчика чёрной оспой. «Смелый», надо сказать, поступок – результат был непредсказуем! Но Джеймс выжил и приобрёл иммунитет, а Эдвард Дженнер и термин «вакцинация» (от лат. «vacca», что означает «корова») вошли в историю.

Рис. 2. Дженнер прививает Джеймса Фиппса от оспы

Но и Дженнер не имел представления о том, что является причиной заболевания оспой. В XIX веке все болезнетворные организмы и вещества без разбора называли вирусами. Лишь благодаря опытам отечественного биолога Дмитрия Иосифовича Ивановского прекратилась эта путаница! Он пропускал экстракт заражённых табачной мозаикой[1] растений через бактериальные фильтры, сквозь которые не проходят даже самые мелкие бактерии. Выяснилось, что экстракт оставался по-прежнему заразным для других растений. Значит, возбудителями табачной мозаики были организмы, меньшие по размеру, чем бактерии; их назвали фильтрующимися вирусами. Вскоре бактерии перестали называть вирусами, а сами вирусы выделили в отдельное царство живых организмов. Дмитрий Ивановский же во всём мире по праву считается основателем вирусологии – науки о вирусах.

Но что мы пока поняли про вирусы? Только то, что они меньше бактерий. Чем же вирусы так не похожи на другие организмы? И почему понадобилось вдруг их выделять в отдельное царство? А вот почему. В отличие от других живых организмов, вирусы не имеют клеточного строения, а значит, и всех характерных для клетки структур. А ещё они единственные, кто не умеет самостоятельно производить белок, главный строительный материал всего живого. Поэтому их размножение невозможно вне заражённой клетки. Из-за этого многие учёные не без оснований считают вирусы внутриклеточными паразитами.

Жертвами различных вирусов становятся представители всех без исключения существующих царств живых организмов! Так, есть вирусы растений – вирус табачной мозаики (рис. 3), вирус мозаики костра (это растение изображено на рисунке 4), вирус желтухи свёклы, вызывающие иногда даже эпидемии. Кстати, в растение вирус просто так не проникнет. Заражение происходит при травмах растительных тканей. Типичный пример: тля пьёт сок из стебля и для этого протыкает покровные ткани – а вирус тут как тут (рис. 5).

Рис 3. Листья табака, поражённые вирусом табачной мозаики

Рис. 4. Костёр (лат. Brómus) – род многолетних травянистых растений семейства Злаки. Если посмотреть на заросли костра в ветреную погоду, его крупные метёлки, склоняясь под ветром то в одну, то в другую сторону, отсвечивают красноватым светом в солнечных лучах, очень напоминая языки пламени. Отсюда, вероятно, и произошло русское название этого растения.

Рис. 5. Тля на растении
автор: MedievalRich,
Английская википедия

[1] Распространённое вирусное заболевание растений табака.

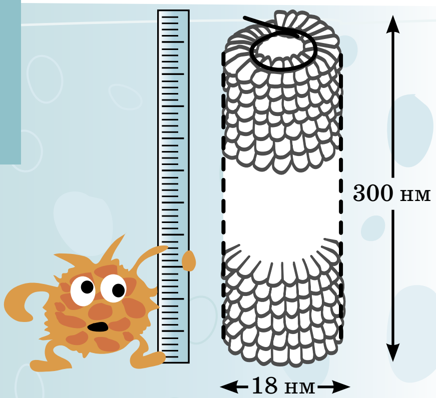


Рис. 6. Вирус табачной мозаики

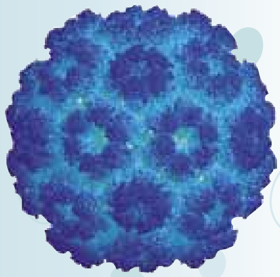


Рис. 7. Вирус мозаики костра

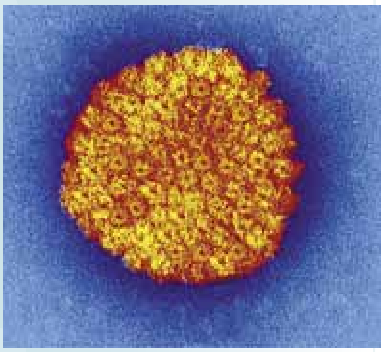


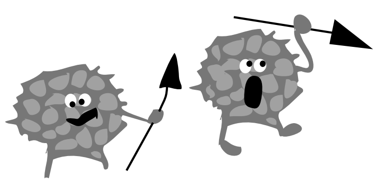
Рис. 8. Вирус герпеса

Грибы тоже поражаются вирусами, вызывающими, например, побурение плодовых тел у шампиньонов или изменение окраски у зимнего опёнка. Причиной многих опасных заболеваний животных и человека тоже служат вирусы: вирус гриппа, ВИЧ (вирус иммунодефицита человека), вирус Эбола, вирус бешенства, герпеса, клещевого энцефалита и т. д.

Есть даже вирусы, поражающие бактерии, их называют бактериофагами[2]. Так, в конце XIX века исследователи из Института Пастера заметили, что вода некоторых рек Индии обладает бактерицидным действием, то есть способствует снижению роста бактерий. И достигалось это благодаря присутствию в речной воде бактериофагов.

Как же «живёт» вирус? В действительности, среди учёных до сих пор ведутся споры по поводу того, считать ли вирусы живыми организмами или нет. Сейчас поймём, почему. Вирус существует в двух формах. Вне хозяйской клетки все части вируса собраны в устойчивую конструкцию – вирион. Он не проявляет признаков жизни, однако «переживает» неблагоприятные условия среды, и довольно успешно. Если такой вирион проникает в клетку-мишень, то он там «раздевается». Раздевается – значит разваливается на части и эксплуатирует клетку для создания новых частиц – своего потомства. «Собранные» клеткой новые вирусные частицы затем покидают её в виде тех самых вирионов.

Если вирионы – не клетки, то как же они устроены? Оказывается, все вирусы имеют красивую симметричную оболочку. Это может быть спираль, как у уже знакомого нам вируса табачной мозаики (рис. 6). А может быть выпуклый многогранник, как, например, у вирусов мозаики костра (рис.7) , герпеса (рис.8) и др. Вирион мозаики костра по форме напоминает футбольный мяч (рис. 9). Но мало того, у некоторых вирусов бывают ещё и дополнительные «навороты» – так, у аденовируса А человека есть шипы, отходящие от вершин вириона, вроде стержней с утолщениями на концах (рис. 10). А бактериофаг похож на многогранник со спиралью и ножками (рис. 11).



[2] Бактериофáги, или фáги (от др.-греч. φᾰγω – «пожираю») – вирусы, избирательно поражающие бактериальные клетки.

Такая затейливая оболочка должна, наверно, служить защитой для чего-то? И правда, за ней скрывается наследственная информация вируса – её он передаёт потомству. Заражая клетку, некоторые вирусы не только размножаются там, но и безнадёжно её «портят». В итоге клетка или погибает, или ведёт себя неправильно. Пример такого неправильного поведения – раковая опухоль. Клетки в ней бесконтрольно делятся, тогда как нормальные клетки всегда способны вовремя остановиться. Вирусы могут служить причиной развития рака.

Но не стоит думать, что вирусы причиняют исключительно вред другим организмам! Так, исследователи из Пенсильванского университета показали, что безвредный для человека вирус AAV2, встречающийся почти у всех людей, убивает самые разные виды раковых клеток. При этом здоровые клетки организма вирус не заражает.

А совсем недавно стало известно, что вирусы тоже болеют. Мимивирус, поражающий амёбу Acanthamoeba polyphaga, сам страдает от другого вируса-спутника (рис. 12). Он, кстати, так и называется – Спутник. Этот вирус-спутник использует механизмы воспроизводства мимивируса для собственного размножения, мешая ему нормально развиваться в клетке амёбы. По аналогии с бактериофагами, он был назван вирофагом, то есть пожирающим вирусы. Можно сказать, что присутствие вируса-спутника в амёбе обеспечивает ей больше шансов на выживание в борьбе с мимивирусом.

Уф... на этом месте предлагаю пока остановиться. Итак, узнав чуть больше про вирусы, мы, надеюсь, не станем судить их очень строго, понимая, что иногда они могут быть полезны, и не только нам! А вообще вирусология – молодая наука. Многое, конечно, уже известно, но сколько всего ещё предстоит узнать! Присоединяйтесь!

Рис.12. Маленькие вирусы-спутники внутри гигантского мимивируса

Рис. 9. Футбольный мяч

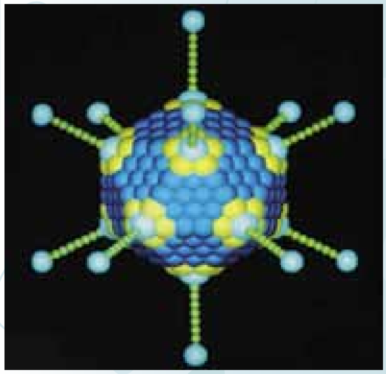


Рис 10. Аденовирус А человека

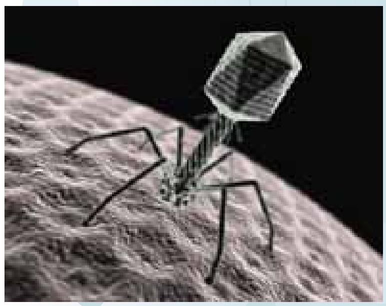


Рис 11. Бактериофаг

ДЕТЕКТИВНЫЕ ИСТОРИИ

Борис Дружинин

Успеть до рассвета

В этом году Всероссийская олимпиада пятиклассников проводилась в только что построенном ультрасовременном городе учёных Осколкове. Точнее – на базе отдыха Института Мегатехнологий, расположенной на берегу прекрасного лесного озера.

Вечером 5 «Б» загрузился в поезд и отправился в путь. Под стук колёс хорошо спится, поэтому ребята проснулись поздно. За окошком ничего хорошего видно не было, только унылый дождь. Оно и к лучшему – можно спокойно готовиться к олимпиаде.

Больше всех волновался Вова, ему предстояло уже на следующий день рано утром участвовать в соревновании рыболовов. А удочки разрешалось закинуть только после успешного решения задачки. Вот такое получалось многоборье.

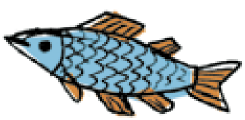
– Смотри-ка, какую я тебе английскую задачку нашёл, – обратился к Вове Боря Ежов. – Здесь рыбу не половишь, так хоть задачки про рыбок порешай.

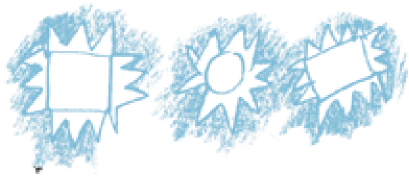
Три рыбака наловили много рыбы и улеглись спать. Один проснулся, разделил рыбу на три равные части, при этом, чтобы делёжка оказалась справедливой, пришлось одну рыбу выкинуть, забрал свою долю и ушёл. Второй проснулся, и, не зная про делёжку первого, тоже разделил рыбу на три равные части, для чего одну рыбу пришлось тоже выкинуть, забрал свою долю и ушёл. Третий рыбак проснулся и проделал с оставшейся рыбой то же самое. Какое наименьшее количество рыбы могло быть у рыбаков?

Вова тут же уселся что-то записывать в тетрадке.

– А почему задачка английская? – поинтересовалась Лиза.

– Её в Англии предложили на математической олимпиаде школьников, – ответил Боря. – Понятно, кто-то правильно решил, а кто-то ошибся. А Поль Дирак предложил решение, которого никто не ожидал. У него в ответе значилось –2 рыбки.





– Ну и что? – вступил в разговор Гоша Курочкин. – Разве минус два подходит?

– Ещё как подходит! – Боря радовался возможности продемонстрировать свою эрудицию. – Смотри. Было –2 рыбки. Первый рыбак 1 рыбку выбросил, осталось –3 рыбки. Он –1 рыбку забрал, осталось –2 рыбки. Второй и третий рыбак поступили точно так же. Но это, конечно, шутка. А Поль Дирак впоследствии получил Нобелевскую премию по физике. Вот так!

Через полчаса Вова огласил ответ. Боря сверился с книжкой, кивнул в знак согласия головой и начал забираться на верхнюю полку.

– Подожди дрыхнуть, – остановил его Вова. – Ты ведь боксировать будешь? Так вот тебе задачка про бокс.

В боксёрском турнире участвуют 37 человек. Проигравший бой сразу выбывает, а победители встречаются между собой, пока не выявят чемпиона. Сколько всего поединков случится в этом турнире?

Боря достал свою тетрадку и принялся чертить какие-то схемы. Только после обеда он облегченно вздохнул.

– Как ни рисуй схему турнира, – заявил он, – всё равно одно число получается.

– Так ничего рисовать и не требовалось, – усмехнулся Вова, – только мозгами пошевелить немного.

Уже темнело, когда ребята высадились на новеньком вокзале. Встречал их сам директор Института Мегатехнологий. После обязательных приветствий он с огорчением заявил:

– Новое шоссе размыло сегодняшним дождиком. К сожалению, вам придётся добираться до базы отдыха дальней дорогой.

– Так её тоже, наверное, размыло? – поинтересовалась классный руководитель Елена Васильевна.

– Нет, её никакой дождь не размоет, – заверил директор и добавил: – Её ещё при царе строили. Мы там недавно только тоннель под железной дорогой немного подремонтировали. Счастливого пути!

Ребята уселись в шикарный автобус и в сопровождении полицейской машины с мигалкой отправились в путь. Через час прокололось колесо у машины сопровождения, а запасного колеса в багажнике не оказалось. Один из полицейских остался ждать техпомощь, а другой перебрался к ребятам.

Автобус шёл очень ровно, ни рытвин, ни ухабов, и под мерное рычание мотора дети задремали, но часа в три ночи как-то сразу проснулись. Мотор молчал.

Все вылезли из автобуса размять ноги и в свете фар увидели тоннель, тот самый, о котором говорил директор. У тоннеля стоял сопровождающий инспектор ГИБДД и беседовал с водителем. Оказалось, что после ремонта высота тоннеля несколько уменьшилась, и автобус туда просто не помещался. Мешали какие-то два сантиметра.

– Надо вызывать автобус поменьше, – сказал инспектор и тут же вспомнил. – Рация в машине осталась. Так что до утра здесь застряли.

– Как же так? – заволновался Вова. – Мне уже на рассвете рыбу ловить надо.

– Но не пешком же идти, – с огорчением заметил инспектор. – До базы ещё добрых полсотни километров. Придётся смириться и ждать.

– Ничего не придётся, – вмешалась в разговор Лиза. – Все на автобусе доедем.

– Что, крышу ломать предлагаешь? – возмутился водитель автобуса. – Я не согласен.

– Ломать не надо, заверила Лиза. – Всё очень просто.

Что предложила Лиза?

Светало, когда автобус прибыл на базу. Все ребята сразу завалились спать, и только Вова схватил удочки и побежал к месту рыболовных соревнований.

Художник Артём Костюкевич

НАШ КОНКУРС («Квантик» №8)

36. *Андрей с папой пошли в тир. Уговор был такой: Андрей делает 5 выстрелов и за каждое попадание получает право ещё на 2 выстрела. Всего Андрей выстрелил 25 раз. Сколько раз он попал?*

Из 25 выстрелов Андрея ровно двадцать были призовыми. Они и были получены за попадания, по два выстрела за каждое попадание. Значит, Андрей попал 20:2=10 раз.

37. *Прямоугольник $ABCD$ разбит двумя прямыми, пересекающимися в точке X, на 4 прямоугольника (как показано на рисунке).*

а) *Докажите, что если X лежит на диагонали AC, то площади левого верхнего и правого нижнего прямоугольников равны (на рисунке они закрашены).*

б) *Пусть известно, что площади левого верхнего и правого нижнего прямоугольников равны. Обязательно ли тогда точка X лежит на диагонали AC?*

а) Диагональ AC делит прямоугольник $ABCD$ на равные треугольники, их площади одинаковы. Но и белые прямоугольники эта диагональ делит на равные части. Значит, общая площадь белых частей над диагональю равна общей площади белых частей под диагональю. Но тогда и площади закрашенных частей равны.

б) Обязательно. Иначе появился бы треугольник AXC (см. рис. 1), и площадь под ломаной AXC не равнялась бы площади над ломаной AXC. А поскольку площадь белой части над этой ломаной по-прежнему равна площади белой части под ломаной, то и закрашенные части не могут быть одинаковой площади.

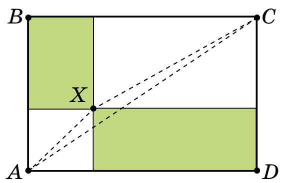


Рис. 1

38. *Кассир считает бумажные деньги так: сначала считает, сколько всего купюр (независимо от их достоинства), потом прибавляет число купюр достоинством больше рубля, затем прибавляет число купюр достоинством больше двух рублей, и так далее. Почему у него получается правильный ответ?*

Первое решение. Каждую конкретную купюру кассир подсчитает столько раз, каково её достоинство. Скажем, купюру в 10 рублей он подсчитает, когда будет учитывать общее число купюр, когда будет учитывать число купюр достоинством больше рубля, и так далее, до того раза, когда он будет учитывать число купюр достоинством больше 9 рублей – то есть ровно 10 раз. Но это и означает, что таким способом кассир найдёт общую сумму денег.

Второе решение. Будем изображать купюру в N рублей столбиком из N клеток. Расположим столбики-купюры в ряд по возрастанию. Получим что-то вроде фигуры на рисунке 2. Общее число клеток в ней и есть общая сумма денег. Кассир сначала считает общее число купюр, а это в точности число клеток в нижней строчке нашей фигуры. Затем он считает число купюр больше рубля – это число клеток во второй строчке фигуры, и так далее. В итоге кассир найдёт общее число клеток в фигуре, то есть как раз общую сумму денег.

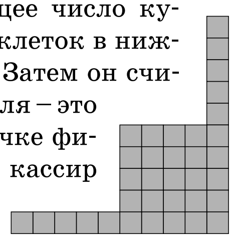


Рис. 2

39. *Обезьяна хочет определить, с какого самого низкого этажа 20-этажного дома нужно бросить кокосовый орех, чтобы он разбился. У неё есть два одинаковых ореха. Хватит ли ей для этого шести бросков? (Неразбившийся орех можно бросать снова.)*

Если бы у обезьяны был всего один орех, то она могла бы по очереди проверять этажи. Сначала она бросит кокос с первого этажа: если разбился, то первый этаж и будет искомым, если нет – бросает со второго, и так далее. Либо при броске с какого-то этажа орех разобьётся – тогда этот этаж и будет нужным. Либо обезьяна выяснит, что орехи не разбиваются при падении даже с 20-го этажа.

Вернёмся к случаю с двумя орехами. Пусть обезьяна будет по очереди бросать первый орех с 6, 11, 15, 18 и 20 этажей. Если орех разобьётся при броске с 6-го этажа, то обезьяна проверит нижние 5 этажей за 5 бросков второго ореха и найдёт ответ. Если первый орех разобьётся при броске с 11 этажа, то обезьяна проверит вторым орехом этажи с 7 по 10 (за 4 броска). Если первый орех разобьётся с 15 этажа, то она проверит этажи с 12, 13 и 14; если он разобьётся с 18 этажа, то она проверит этажи 16 и 17; наконец, если он разобьётся с 20 этажа – проверит 19 этаж. В каждом случае она найдёт ответ, и бросков хватит. Если же первый орех так и не разобьётся, то высоты в 20 этажей для него мало.

40. *Двое играют в игру на белой доске 10×10 клеток. Первый каждым ходом закрашивает чёрным цветом любые 4 белые клетки, образующие квадратик 2×2. Второй каждым ходом закрашивает чёрным цветом любые 3 белые клетки, образующие «уголок». Ходят по очереди, а проигрывает тот, кто не может сделать ход. Кто из игроков может играть так, чтобы всегда выигрывать, как бы ни играл его соперник?*

Ответ: второй.

Пусть после начального хода первого игрока второй закрасит уголок рядом с одним из пока свободных углов доски – как показано на рисунке 3.

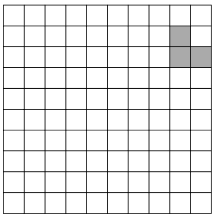


Рис.3

Прямо над закрашенным уголком есть место из трёх клеток как раз ещё для одного уголка – назовём его запасным. Ни одну из его клеток не может закрасить первый игрок. Пусть второй будет далее ходить по правилам куда угодно, не закрашивая только ни одной клетки запасного уголка. Если вдруг он не может сделать такого хода, то на доске не осталось места и для хода первого игрока. Тогда второй закрашивает запасной уголок и выигрывает.

ЗАПУТАВШИЙСЯ УДАВ («Квантик» № 9)

Решение показано на рисунке 4.

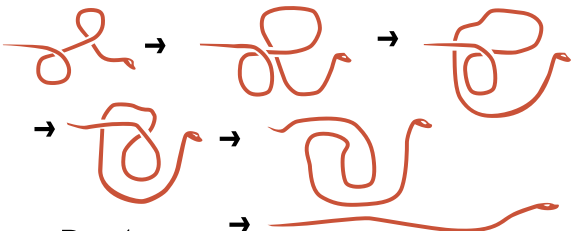


Рис.4

СКОЛЬКО СТОИТ ЧЕСТЬ КОВБОЯ

Прав, конечно, сапожник: сами сапоги стоят 15 долларов, шпоры на 10 долларов дешевле – 5 долларов. А сапоги со шпорами вместе стоят 5+15, то есть 20 долларов.

ЧЁТНОСТЬ

8, а), б). Нет, так как кузнечик умеет прыгать только на чётное число сантиметров, и поэтому расстояние от него до исходной точки всегда будет чётным.

8, в). Сможет, например, так: два раза прыгнув влево на 6 см и один раз вправо на 8 см.

9. Нет, так как в квадрате 5×5 нечётное число клеток, а сколько ни возьми доминошек, суммарно в них будет чётное число клеток.

10. Всего в выпавшем куске чётное число страниц (в два раза больше, чем листов). Номер последней страницы чётный. Значит, это одно из чисел 346, 364, 436, 634. Первые три числа не подходят – они меньше 463, номера первой страницы. Значит, номер последней – 634, а всего в куске 172 страницы.

11. Ясно, что мальчики и девочки в кругу чередуются. Значит, девочек тоже 5.

12. Можно считать, что в кучк е 111 спичек, и за ход можно брать 1 или 11 спичек: задача будет та же самая. Заметим, что тогда после хода Пети число спичек всегда будет чётным, а после хода Васи – нечётным. Поэтому, как бы ни играли игроки, Вася не выиграет: после его хода не может остаться 0 спичек. А Петя выиграет, так как спички когда-нибудь кончатся, а пока они не кончились, Петя всегда может сделать ход (например, взять одну спичку).

13. а) Пример показан на рисунке 5.

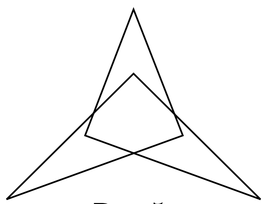


Рис.5

б) Нельзя. Допустим, что такая ломаная есть. Посчитаем, сколько на ней точек пересечения ребёр. На каждом ребре ровно одна точка пересечения, а рёбер всего 7. Получаем вроде бы 7 точек? Нет, ведь при таком подсчёте каждая точка учитывается два раза (она лежит на двух рёбрах, которые в ней пересекаются). Значит, точек в два раза меньше, то есть 3,5. Но это невозможно!

14. Оказывается, Даня не сможет выиграть, как бы ни играли ребята. Чтобы убедиться в этом, докажем: *нельзя заменить звёздочки в выражении* *1*2*3*4*5*6*7*8*9*10 *на знаки* «+» *и* «−» *так, чтобы значение выражения стало чётным.*

Заменим сначала каждый знак на «+». Получим нечётное число ($1+2+\ldots+9+10=55$). Заменим теперь какой-нибудь знак «+» на «−». Как изменится значение выражения? Если мы изменили знак перед числом a, то вместо выражения $1+\ldots+a+\ldots$ получится выражение $1+\ldots-a+\ldots$, оно меньше предыдущего на $2a$. То есть значение выражения изменится на чётное число $2a$, и, значит, по-прежнему будет нечётным. Сколько раз ни заменяй «+» на «−» (или наоборот), значение выражения всегда будет изменяться на чётное число, и поэтому останется нечётным. Значит, всегда будет выигрывать Оля. (Сравните с задачей 5, б.)

15. а) Может, например, так:

$$5544+4455=9999.$$

б) Не может. Предположим противное. Так как знаков в числах поровну, они должны быть пятизначными (иначе сумма будет меньше или больше 99999). При складывании в столбик этих чисел не может происходить переноса через разряд. Ведь сумма любых двух цифр не больше 18, и, значит, складывая последние цифры чисел, мы получаем ровно 9 (переноса в следующий разряд нет). Аналогично, складывая предпоследние цифры, получаем ровно 9, и так далее. Тогда общая сумма цифр наших чисел равна $9\cdot5=45$. Но сумма цифр первого числа равна сумме цифр второго, то есть общая сумма должна быть чётной – противоречие.

16. Допустим противное – никакие два представителя одного племени не сидят рядом. Пусть все эльфы и гномы уйдут из-за стола. Тогда между любыми двумя оставшимися будет стоять ровно один пустой стул, и значит, мест за столом – чётное число. А у нас 2013 мест.

17. Назовём пятнадцатиминутное движение улитки в одну сторону ходом. Тогда ходы улитки разделяются на четыре типа, скажем: вверх, вниз, влево и вправо. Если улитка вернулась в исходную точку, то на её пути число ходов влево равно числу ходов вправо, и число ходов вверх равно числу ходов вниз. Значит, общее число ходов чётно.

Кроме того, в пути улитки горизонтальные ходы (влево и вправо) чередуются с вертикальными (вверх и вниз), и тогда число горизонтальных ходов будет равно числу вертикальных.

Но тогда количество ходов влево равно и количеству ходов вправо, и количеству ходов вверх, и количеству ходов вниз. Значит, общее число ходов улитки делится на 4. Но это и означает, что улитка вернётся в исходную точку через целое число часов.

РАЗ, ДВА, ТРИ, ..., ДЕВЯТЬ, ДЕСЯТЬ!

Наличие одинаковых звуков – не единственное условие, позволяющее нам воспринимать те или иные слова как похожие. Важную роль играет, например, количество слогов. В последовательности «Один – два – три» первое слово двусложно, а два других – односложны. Быстро произносить такую последовательность не очень удобно, поэтому при устном счете слово «один» и заменяется так часто на более короткое слово «раз»: в последовательности «Раз – два – три» все три слова односложны и, следовательно, достаточно сходны между собой.

УХА ИЗ МУХИ

Вот каковы решения предложенных ребусов:

$$25\times25=625$$
$$625\times625=390625$$
$$9376\times9376=87909376$$

Некоторые из них имеют немало общего с ребусами, рассмотренными в статье. Ничего удивительного – множество подходящих («автоморфных», как они названы в конце статьи) чисел весьма ограничено!

УСПЕТЬ ДО РАССВЕТА

- Рыбаки поймали 25 рыбок.
- После каждого боя выбывает один игрок, а в конце останется один чемпион. Значит, поединков было $37-1=36$.
- Лиза предложила выпустить из колёс часть воздуха. Тогда автобус немного просядет и осторожно проедет тоннель. Потом колёса можно снова накачать и ехать дальше.

НАШ КОНКУРС

Приглашаем всех попробовать свои силы в нашем конкурсе.

Высылайте решения задач, с которыми справитесь, не позднее 1 ноября по электронной почте **kvantik@mccme.ru** 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 адрес.

Задачи конкурса печатаются в каждом номере, а также публикуются на сайте **www.kvantik.com**. Итоги будут подведены в конце года. Участвовать можно, начиная с любого тура. Победителей ждут дипломы журнала «Квантик», научно-популярные книги, диски с увлекательными математическими мультфильмами.

Желаем успеха!

X ТУР

46. Вадик и Саша увидели старые весы (со стрелкой) и взвесили на них свои портфели. Весы показали 5 кг и 4 кг. Когда они взвесили оба портфеля вместе, весы показали 8 кг.

– Как же так? – воскликнул Саша. – Пять плюс четыре не равняется восьми!

– Разве ты не видишь? – ответил Вадик. – У весов сдвинута стрелка.

Так сколько же весили портфели на самом деле?

47. Внутри круга отметили точку. Разрежьте круг на две части так, чтобы из них можно было составить новый круг, у которого отмеченная точка будет в центре.

48. Автомобильные покрышки стираются на передних колёсах через 25000 км пути, а на задних – через 15000 км пути. Какое наибольшее расстояние удастся проехать на таком автомобиле, если в пути можно поменять покрышки местами?

49. Разрешается переставить цифры 1, 3, 4 и 6 в любом порядке и расставить между какими угодно из них знаки арифметических действий +, –, $\cdot$, : и скобки (например, так: $(63+1):4$). Получите выражение, значение которого равняется 24.

50. Среди 10 человек, подозреваемых в преступлении, двое виновных и восемь невиновных. Экстрасенсу предъявляют подозреваемых по трое. Если среди троих есть преступник, экстрасенс указывает на него, если там два преступника – на одного из них, а если преступников нет – на любого из троих.

а) Как за 4 таких сеанса найти хотя бы одного преступника?

б) Как за 6 таких сеансов наверняка выявить обоих преступников?

Художник Лидия Широнина

Автор Владимир Арнольд
Художник Евгения Константинова

ЧЕРВЬ НА КНИЖНОЙ ПОЛКЕ

На книжной полке рядом стоят два тома Пушкина: первый и второй. Страницы каждого тома имеют вместе толщину 2 см, а каждая обложка – 2 мм. Червь прогрыз от первой страницы первого тома до последней страницы второго тома (перпендикулярно страницам). Какое расстояние он прогрыз?