

■ **КОНКУРС ПО РУССКОМУ ЯЗЫКУ, I тур**

(«Квантик» № 1, 2022)

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

– «МЯУ, ГАВ!» – крикнул Вовочка.

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

«МЯУ ГАВ...», – прошептал Вовочка.

Какие слова мы заменили на МЯУ и ГАВ?

Словами МЯУ и ГАВ мы заменили слова **чур** и **меня**. Когда речь шла о главной роли в спектакле, Вовочка, разумеется, закричал «Чур, меня!», то есть «Обязательно меня!». А когда Марь Иванна собралась вызвать кого-то к доске, храброму Вовочке оставалось только прошептать «Чур меня...», то есть, наоборот, «Лишь бы только не меня...».

2. Только в одном случае

можно просто добавить «на».

На сколько тогда уменьшится исходная величина?

(Кратко поясните свой ответ.)

Рассмотрим пары числительных вида « $X \cdot 10$ » и « $X + 10$ »: двадцать и двенадцать, пятьдесят и пятнадцать, девяносто и девятнадцать... Оказывается, получить второе числительное из первого, просто добавив буквосочетание «на», действительно можно только в одном случае: тридцать ~ тринадцать. Соответственно, исходная величина уменьшится на 17.

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

Речь идёт о глаголах **творить** «создавать что-то новое, оригинальное» и **вторить** «подражать, следовать чему-то, уже существующему».

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

И правда: похожи не только слова *гвоздь* и *груздь* (хотя исторически они никак между собой не связаны), но и сами соответствующие объекты. Так что АЛЬФА – это, конечно, **шляпка**.

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

ЭТО – **беглая гласная**: *огурец* – *огурца*, *кабачок* – *кабачка*, *свёкла* – *свёкол*... В словах *арбуз*, *дыня* и *капуста* беглых гласных нет.

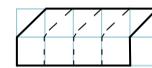
■ **НАШ КОНКУРС, V тур («Квантик» № 1, 2022)**

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

Ответ: больше хитрецов. Заметим, что на вопрос «ты хитрец» все лжецы ответили утвердительно, а на вопрос «ты лжец» утвердительно отвечали только хитрецы. Значит, хитрецов не менее 21, а лжецов – не более 20.

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

Ответ: да, см. пример на рисунке. Докажем, что фигура не имеет ни центра, ни оси симметрии. При симметрии единственный острый угол фигуры должен перейти в такой же острый угол, то есть сам в себя. Соседние с ним углы разные, поэтому тоже переходят сами в себя. Значит, вся фигура остаётся на месте при симметрии. Противоречие.



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

Ответ: можно. Разобьём числа на шестёрки в порядке их возрастания (то есть первая шестёрка – 1, 1, 2, 3, 5, 8, вторая – 13, 21, 34, 55, 89, 144 и т.д.). Всего будет $2022 : 6 = 337$ шестёрок. В каждой шестёрке, по свойствам последовательности Фибоначчи, третье число равно сумме первых двух, а шестое – сумме четвёртого и пятого.

Добавим в первую группу первое, второе и шестое числа из каждой шестёрки, а во вторую – третье, четвёртое и пятое. Тогда в группах будет по $337 \times 3 = 1011$ чисел, и суммы чисел совпадут.

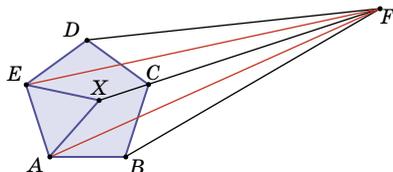
24. а) Можно ли в белом клетчатом квадрате 10×10 закрасить чёрным несколько клеток так, чтобы число пар бело-белых соседних клеток равнялось числу пар бело-чёрных соседних клеток и равнялось числу пар чёрно-чёр-

ных соседних клеток? (Соседними считаются клетки с общей стороной.) б) Тот же вопрос про квадрат 9×9 .

Ответ: можно, см. статью Н. Авилова «Раскраска квадрата $N \times N$ » в этом номере журнала.

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

Ответ: 6° . Мы будем пользоваться тем, что отрезки FD , FC и FB не пересекают пятиугольник, как на рисунке. Рассмотрим треугольники FCD и FCB . В них FC – общая, $CD = CB$ и равны углы при вершине F , следовательно, либо углы FDC и FBC в сумме дают 180° (что невозможно: в четырёхугольнике $FBCD$ угол C больше 180° поэтому сумма остальных углов меньше 180°), либо треугольники FCD и FCB равны. Значит, $FB = FD$.



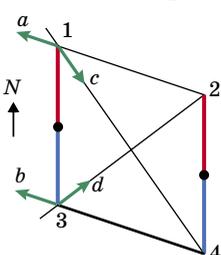
Отразим теперь точку B относительно AF – она перейдёт в точку X на луче FC , для которой $AX = AB$ и $FB = FX$. Аналогично, отразим точку D относительно EF – она перейдёт в точку Y на луче FC , для которой $AY = ED$ и $FD = FY$. Значит, $FX = FY$, откуда $X = Y$, причём треугольник AXE равносторонний. Так как в правильном пятиугольнике углы равны 108° , а в равностороннем треугольнике – 60° , получаем: $\angle XAB = 108^\circ - 60^\circ = 48^\circ$, откуда $\angle XAF = 24^\circ$, и аналогично $\angle XEF = 24^\circ$. Тогда углы при основании равнобедренного треугольника AFE равны по 84° , поэтому $\angle AFE = 180^\circ - 168^\circ = 12^\circ$ и $\alpha = 6^\circ$.

■ ТРИ КОМПАСА («Квантик» № 1, 2022)

Стрелка компаса – это магнит с двумя полюсами, северным и южным: северный полюс магнита указывает на южный полюс Земли и наоборот.

Для упрощения у каждой стрелки компасов будем рассматривать только её концы. Два разноимённых конца притягиваются друг к другу, а одноимённых – отталкиваются.

Пусть два компаса лежат рядом, на рисунке дано их

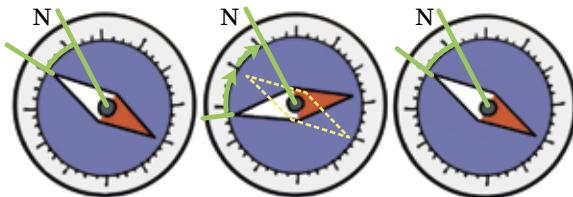


исходное положение, когда стрелки указывают на север.

Конец 1 отталкивается от конца 2 ровно с той же силой и в том же направлении (стрелочка a), что и конец 3 от конца 4 (стрелочка b). Поэтому если бы магниты только отталкивались, их стрелки бы не повернулись. Но ещё есть притяжение, и конец 1 притягивается к концу 4 слабее (стрелочка c), чем конец 3 к концу 2 (стрелочка d), так как 2 и 3 ближе друг к другу, чем 1 и 4. Кроме того, стрелочка d не только длиннее стрелочки c , но и составляет больший угол со стрелкой компаса, поэтому d разворачивает стрелку компаса сильнее, чем c . В итоге конец 3 немного поворачивается к правой стрелке (а конец 1 – от правой), а конец 2 – к левой стрелке.

Когда три компаса лежат рядом, на центральный крайние действуют сильнее, чем друг на друга, и стрелка на нём отклоняется сильнее от севера. Поэтому истинное направление на север ближе к показаниям крайних компасов.

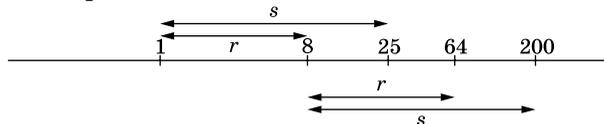
Чтобы найти это направление, нужно мысленно повернуть среднюю стрелку до положения крайней стрелки, а потом ещё раз повернуть на столько же. Тогда средняя стрелка будет показывать примерно на север, см. рисунок ниже.



Вы можете сами поэкспериментировать с компасами по ссылке kvan.tk/3-kompasa

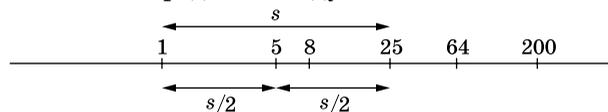
■ ИЗОБРЕТАЯ ЛОГАРИФМИЧЕСКУЮ ЛИНЕЙКУ («Квантик» № 2, 2022)

В статье прошлого номера на рисунке 4 показано, как отметить произведение ab , если на логарифмической шкале уже отмечены числа 1, a , b . Нужно измерить обычной линейкой расстояние от 1 до a , расстояние от 1 до b , сложить их, а полученный результат отложить от 1. Таким образом отметим 200 и 64:

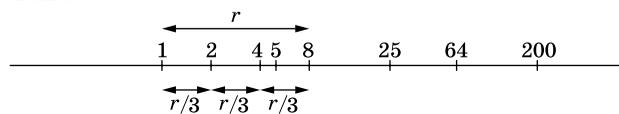


Чтобы отметить число 5, обозначим расстояние от него до 1 через t . Если дважды отмерить расстояние t , мы попадём в отметку $5 \cdot 5 = 25$, ко-

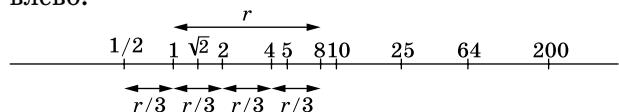
торая уже есть. Поэтому $2t = s$ и $t = s/2$. Значит, 5 стоит посередине между 1 и 25:



Заметим, что 8 – это 2 в кубе. Рассуждая, как в случае с 5, поставим 2 в три раза ближе к 1, чем 8:



Теперь можем отметить $10 = 2 \cdot 5$, так как 2 и 5 уже отмечены, и $\sqrt{2}$ посередине между 1 и 2. И самое сложное – куда поставить $\frac{1}{2}$? Заметим, что на логарифмической шкале умножение на 2 соответствует сдвигу на расстояние $\frac{r}{3}$ вправо. Это видно на рисунке выше, обратите внимание на числа 1, 2, 4, 8. Докажем это в общем случае: $\log_{10} 2a = \log_{10} 2 + \log_{10} a = \frac{r}{3} + \log_{10} a$. Значит, деление на 2 соответствует сдвигу на $\frac{r}{3}$ влево!



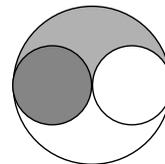
Указанным способом можно отметить только те целые числа, которые раскладываются в произведение двоек и пятёрок, а 15 не раскладывается. Возведём 15 в квадрат, а числа 8 и 25 перемножим, $225 > 200$. Значит, сумма расстояний от 8 и 25 до 1 меньше, чем удвоенное расстояние от 15 до 1. Поэтому на логарифмической шкале число 15 ближе к 25, чем к 8.

Подумайте, что можно сказать о двух дробях, у которых расстояние между числителем и знаменателем на логарифмической шкале одинаковое. И что будет, если продолжать логарифмическую шкалу влево: встретятся ли там отрицательные числа, или есть некая граница, до которой мы не дойдём? Как связан десятичный логарифм натурального числа с количеством цифр этого числа?

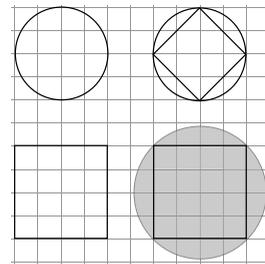
■ КВАДРАТУРА ЛУНОЧКИ
(«Квантик» № 2, 2022)

1. Как выяснили Нут и Тот, площадь круга радиуса 2 равна площади четырёх кругов радиуса 1. Круг радиуса 2 на рисунке разбит на

два круга радиуса 1 и ещё две равные фигуры (арбелосы). Поэтому площадь двух арбелосов получается из площади четырёх кругов радиуса 1 вычитанием площади двух кругов радиуса 1 (как учил Евклид, «если от равных отнимаются равные, то остатки будут равны»). Получается, что площадь двух арбелосов равна площади двух кругов радиуса 1. Поэтому площадь светло-серого арбелоса равна площади тёмно-серого круга («и половины одного и того же равны между собой»).



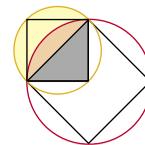
2. Сначала впишем квадрат в данный круг (белый круг на рисунке). Затем удвоим вписанный квадрат, например так, как это сделал Гор. Опишем около удвоенного квадрата круг (серый круг на рисунке). Он будет в два раза больше белого круга по площади.



Ведь серый круг получается из белого изменением масштаба, при котором площадь квадрата увеличивается в 2 раза. Поэтому и все остальные площади увеличиваются в 2 раза.

3. Как известно, Луна светится не своим собственным светом, а светом Солнца, который отражается от лунной поверхности. Луна перестаёт светиться (затмевается), когда Земля заслоняет Луну от солнечного света. Для этого Земля, Солнце и Луна должны «лежать на одной прямой», причём Земля должна «лежать между» Солнцем и Луной (конечно, Земля, Луна и Солнце – это скорее шары, чем точки, поэтому геометрические понятия используются в приблизительном смысле). Земля может оказаться между Солнцем и Луной только во время полнолуния¹. Поэтому лунные затмения случаются только во время полнолуния.

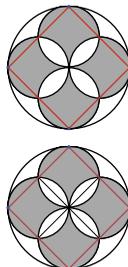
4. По построению площадь красного круга в два раза больше площади жёлтого круга. Поэтому четверть красного круга равна по площади половине жёлтого круга («и половины одного и того же равны между собой»). Если вырезать из левой верхней четверти красного круга оранжевый сегмент, то останет-



¹ Как взаимное расположение Земли, Солнца и Луны связано с лунными фазами, читайте в статье В. Сурдина «Космический театр теней» («Квантик» №5 за 2018 год).

ся тёмно-серый треугольник. А если вырезать тот же самый сегмент из половины жёлтого круга, то останется светло-жёлтая луночка. Поэтому светло-жёлтая луночка и тёмно-серый треугольник равны по площади («если от равных отнимаются равные, то остатки будут равны»).

5. Соединим отрезками четыре точки касания, в которых большая окружность касается меньших окружностей. Получим квадрат (на рисунке он красный). Разрежем каждый из четырёх белых «лепестков» внутри квадрата на два сегмента круга (как на следующем рисунке). Площадь, закрашенная серым, получается из площади красного квадрата вырезанием восьми равных белых сегментов и приклеиванием восьми равных серых сегментов. Поскольку серые сегменты равны белым, площадь, закрашенная серым, равна площади красного квадрата.



■ ЛЁД НА РЕКЕ И СНЕГ НА БЕРЕГУ

(«Квантик» № 2, 2022)

Земля укрывается снегом, как только температура воздуха падает ниже нуля (конечно, если есть осадки). Это связано с тем, что земля очень плохо проводит тепло. В результате температура поверхности земли всегда примерно равна температуре воздуха (нижние слои её почти не греют) и снег не тает (мы не учитываем случаи, когда в земле есть что-то горячее, например, трубы, источники).

Вода в реке перемешивается, поэтому требуется много дней холодной погоды, прежде чем вся толща воды успеет остынуть. Плюс к этому, река питается водами из-под земли, температура которых не меняется в течение года. Поэтому осенью берега укрываются снегом быстрее, чем река.

Хочется сказать, что весной аналогично: земля греется быстрее, чем вода, но это не имеет никакого отношения к вопросу, потому что всё укрыто снегом! Кажется бы, воздух и солнце одинаково греют снег что на берегах, что на реке. К тому же температура воды в реке никак не меньше нуля (если, конечно, она не сильно солёная), а поверхность земли за зиму промёрзла. Вроде лёд на реке должен быстрее сойти?

Солнце гораздо слабее греет снег, чем деревья, кусты и траву. Лучи отражаются от снега и хорошо поглощаются тёмными стволами и ветками (на фото хорошо видно, что заснеженный

лес темнее заснеженной реки). Поэтому первым снег оттаивает вокруг деревьев, потом в кустах и траве. Оголённая земля тоже быстро нагревается. Таких преимуществ у реки нет: посреди реки ничего не растёт, и даже если где-то лёд протаял, солнце в этом месте греет уплывающую толщу воды, не усиливая таяние окружающего льда.



Итак, есть два фактора: положительная температура воды в реке и растения на берегу. Где снег растает быстрее, на реке или на берегу, зависит от того, какой фактор сильнее. Чем быстрее течение, тем быстрее растает река (а весной реки поднимаются и ускоряются). Река может оттаять зимой в оттепель из-за течения (когда солнце ещё слишком слабое, чтобы растопить снег на берегу), или не замерзает зимой вовсе, если сильных морозов нет. Растения на берегу могут оказаться в тени, например, если берег крутой и это южная сторона реки. На спокойной реке солнечный берег оттаёт быстрее, чем сама река. Человеческий фактор мы не учитывали: судноходная ли река, чистят ли берега и т. д.

■ КАК РАБОТАЕТ ЗВЕЗДА

1. $\rho' = \rho : (200^3) = \rho : (8 \cdot 10^6)$; на самом деле плотность будет ещё меньше, потому что к тому времени Солнце «растратит» на звёздный ветер почти треть своей массы. $L' = S' T'^4 = 200^2 \times (\frac{1}{2})^4 S T^4 = 2500L$.

2. Размер красного гиганта растёт плавно, и стадия максимального его «разбухания» продолжается очень недолго, по космическим меркам – почти мгновение. Поэтому такие звёзды – большая редкость. Было бы огромным везением, если бы такая нашлась среди наших ближайших соседей. Вот Бетельгейзе не так уж и близко, и то нам с ней повезло.

3. Новое равновесие возникнет, когда вес внешних слоёв снова окажется равен силе давления изнутри. При расширении звезды горящему слою водорода достаётся больше места, и от этого давление в нём уменьшается – пока не станет снова равно весу внешних слоёв.