

Ж У Р Н А Л К В А Н Т И К

Д Л Я Л Ю Б О З Н А Т Е Л Ь Н Ы Х



№ 12

декабрь
2025

БЕЗБОЛЕЗНЕННЫЕ
ВЫШИБАЛЫ

КАК В XX ВЕКЕ
НАШЛИ НОВОГО
РОДСТВЕННИКА
ЖИРАФА

ВОЛШЕБНЫЙ
ПОЛИЭТИЛЕНОВЫЙ
ПАКЕТ

Enter

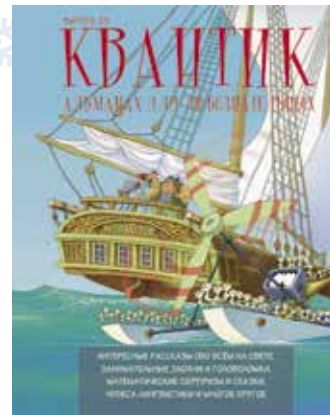
НАШИ НОВИНКИ

КАЛЕНДАРЬ ЗАГАДОК
от журнала «КВАНТИК» на 2026 год –
настенный перекидной календарь
с занимательными задачами



АЛЬМАНАХ ДЛЯ ЛЮБОЗНАТЕЛЬНЫХ
«КВАНТИК», выпуск 25

включает в себя
все материалы журналов «Квантик»
за I полугодие 2024 года



Приобрести продукцию «КВАНТИКА»

можно в магазине «Математическая книга» (г. Москва, Большой Власьевский пер., д. 11),
в интернет-магазинах: biblio.mccme.ru, WILDBERRIES, Яндекс.маркет
и других (полный список магазинов на kvantik.com/buy)



**ПОДПИСЫВАЙТЕСЬ
НА ЖУРНАЛ
«КВАНТИК»**

в почтовых отделениях
по электронной и бумажной версии
Каталога Почты России:



индексы
ПМ989, ПМ068

онлайн
на сайте Почты России
podpiska.pochta.ru/press/PM068



По этой ссылке вы можете
оформить подписку
и для своих друзей, знакомых, родственников

НАГРАДЫ ЖУРНАЛА



Минобрнауки России
ПРЕМИЯ «ЗА ВЕРНОСТЬ НАУКЕ»
за лучший детский проект о науке



БЕЛЯЕВСКАЯ ПРЕМИЯ
за плодотворную работу
и просветительскую
деятельность



Российская академия наук
**ПРЕМИЯ ХУДОЖНИКАМ
ЖУРНАЛА**
за лучшие работы в области
популяризации науки



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

Журнал «Квантик» № 12, декабрь 2025 г.
Издаётся с января 2012 года
Выходит 1 раз в месяц
Свидетельство о регистрации СМИ:
ПИ № ФС77-44928 от 04 мая 2011 г.
выдано Федеральной службой по надзору
в сфере связи, информационных технологий
и массовых коммуникаций (Роскомнадзор).
Главный редактор С. А. Дориченко
Редакция: В. Г. Асташкина, Т. А. Корчемкина,
Е. А. Котко, И. А. Махова, Г. А. Мерзон,
М. В. Прасолов, И. Т. Русских,
Н. А. Солодовников
Художественный редактор
и главный художник Yustus
Верстка: Р. К. Шареева, И. Х. Гумерова
Обложка: художник Мария Усеинова

Учредитель и издатель:
Частное образовательное учреждение дополнительного профессионального образования «Московский Центр непрерывного математического образования»
Адрес редакции и издателя:
119002, г. Москва,
Большой Власьевский пер., д. 11.
Тел.: (499) 795-11-05,
e-mail: kvantik@mccme.ru сайт: www.kvantik.com
Подписка на журнал
в отделениях почтовой связи Почты России:
Каталог Почты России (индексы **ПМ068** и **ПМ989**)
Онлайн-подписка на сайте Почты России:
podpiska.pochta.ru/press/PM068

По вопросам оптовых и розничных продаж
обращаться по телефону **(495) 745-80-31**
и e-mail: biblio@mccme.ru
Формат 84x108/16
Тираж: 5000 экз.
Подписано в печать: 21.10.2025
Отпечатано в ООО «Принт-Хаус»
г. Нижний Новгород,
ул. Интернациональная, д. 100, корп. 8.
Тел.: (831) 218-40-40
Заказ №
Цена свободная
ISSN 2227-7986

6+

www.kvantik.com

kvantik@mccme.ru

vk.com/kvantik12

t.me/kvantik12



■	ОГЛЯНИСЬ ВОКРУГ	
	Как в XX веке нашли нового родственника жирафа. Г. Идельсон	2
■	МАТЕМАТИЧЕСКИЕ СЮРПРИЗЫ	
	Код Грея. И. Русских	7
■	ОПЫТЫ И ЭКСПЕРИМЕНТЫ	
	Волшебный полиэтиленовый пакет. К. Атаян	12
■	УЛЫБНИСЬ	
	Недосягаемое среднее. Т. Корчемкина	14
■	СМОТРИ!	
	Куб принца Руперта и нерупертовы многогранники. Г. Мерзон	16
■	ЧУДЕСА ЛИНГВИСТИКИ	
	Безболезненные вышибалы. О. Кузнецова	18
■	ЗАДАЧИ В КАРТИНКАХ	
	Где чей список? Г. Караваев	21
	Лыжные палки	IV с. обложки
■	ИГРЫ И ГОЛОВОЛОМКИ	
	Пузырьки. А. Грамши, С. Полозков	22
■	СТРАНИЧКИ ДЛЯ МАЛЕНЬКИХ	
	Ответы от Светы: такая словная буква.	
	<i>М. Анатолий</i>	24
■	ОЛИМПИАДЫ	
	Русский медвежонок. Избранные задачи 2024 года	26
	Победители «Нашего конкурса»	30
	Наш конкурс, IV тур	32
■	ОТВЕТЫ	
	Ответы, указания, решения	27



КОД ГРЕЯ

МАТЕМАТИЧЕСКИЕ
СЮРПРИЗЫ

Иван Русских

Головоломка под названием «мелед́а» (см. фото и рисунок 1) состоит из нескольких колец на ножках, продетых друг в друга, и верёвочки, которую нужно с них снять (будем для простоты считать, что верёвочка хорошо растягивается).

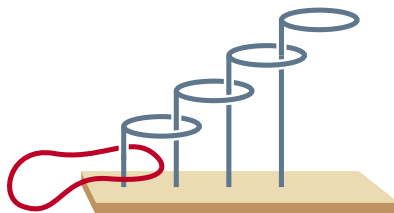


Рис. 1 Фото: Merkel, wikipedia.org

Как же распутать эту головоломку? Как и во многих других ситуациях, полезно сначала разобраться с более простыми случаями: когда колец мало. Если кольцо всего одно, то распутывать вообще нечего. Если колец два, снять верёвочку тоже не составляет труда (рис. 2).

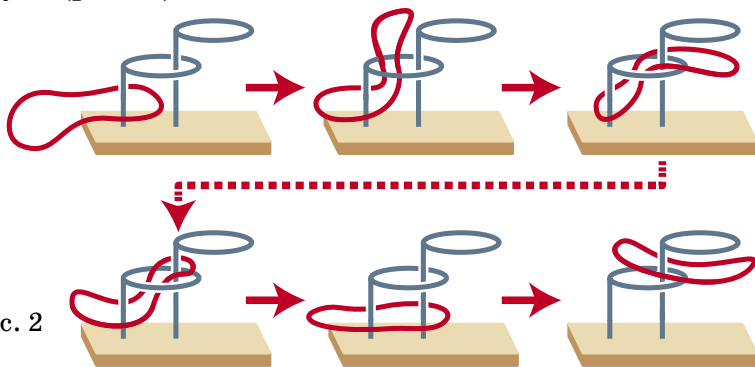


Рис. 2

Попробуем теперь, зная, как снимать верёвку с двух колец, снять её с трёх. Вытянем верёвочку и обхватим ею два последних кольца (рис. 3).

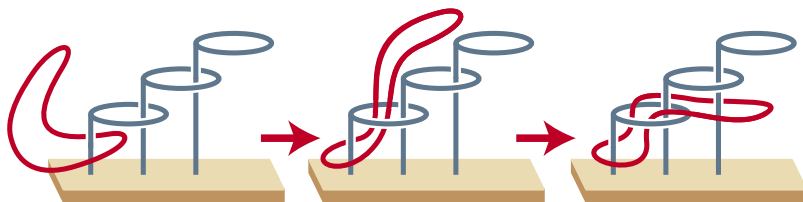
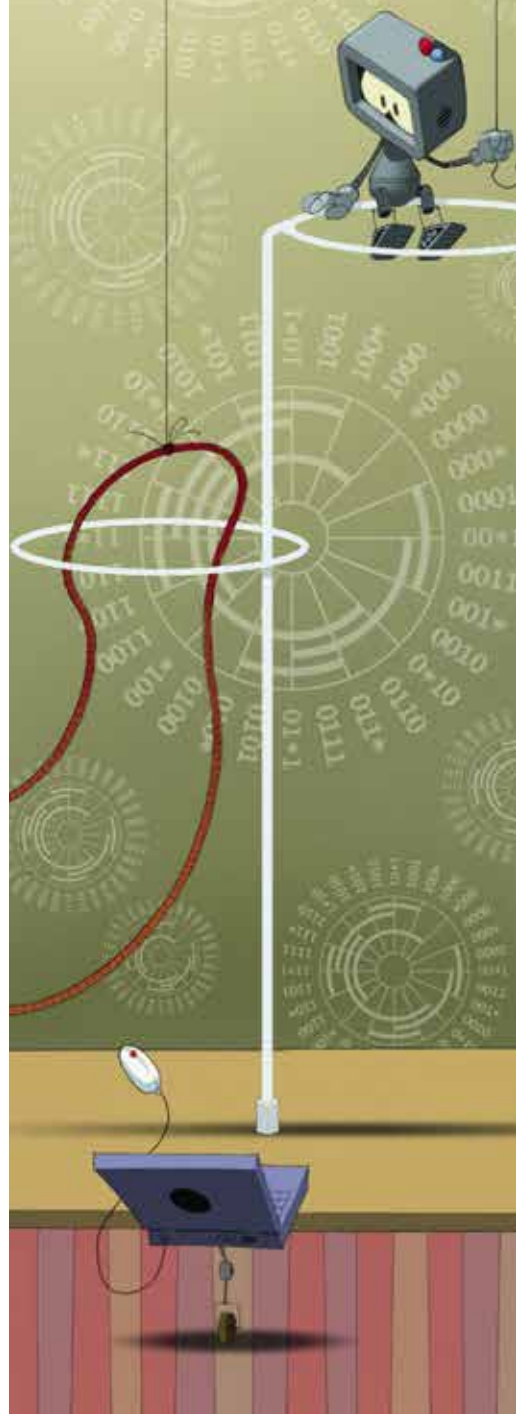


Рис. 3



Теперь временно забудем про первое кольцо и будем думать только про два последних кольца. Воспользуемся тем, что мы уже умеем снимать верёвочку с двух колец. Прокрутив действия в обратном порядке, можно, наоборот, надеть верёвочку на первое из них. Зацепим таким способом верёвочку за ножку второго кольца. После этого вспомним про первое кольцо и снимем верёвочку с него (рис. 4).

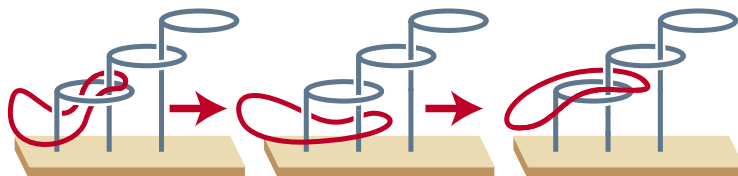


Рис. 4

После этих манипуляций верёвочка оказывается зацеплена только за второе кольцо. Теперь про первое кольцо можно опять забыть и снять верёвку с последних двух колец с помощью уже знакомого нам алгоритма.

Обобщив предыдущие рассуждения, можно составить алгоритм решения этой головоломки с n кольцами, зная алгоритм для $n - 1$ колец:

1) вытянуть верёвочку сверху и, прокручивая алгоритм для $n - 1$ колец в обратном порядке, зацепить верёвочку за второе кольцо;

2) снять верёвочку с первого кольца и оставить её только на втором;

3) забыть про первое кольцо и, применяя алгоритм для $n - 1$ колец, снять верёвочку окончательно.

Теперь можно задуматься, а сколько времени займёт распутывание головоломки с, например, 20-ю кольцами. Из нашего алгоритма видно, что время распутывания при добавлении одного кольца увеличивается примерно в два раза: надо повторить предыдущий алгоритм дважды. Если на два кольца надо потратить около секунд, то на 10 колец придётся потратить примерно $2^9 = 512$ секунд, то есть восемь с половиной минут, а на 20 колец – уже больше 6 дней непрерывного труда!

Не будем останавливаться на достигнутом и посмотрим на наш алгоритм чуть внимательнее, а именно, попробуем его как-нибудь закодировать. Будем описывать состояние верёвки так: для каждого кольца напомним 0, если верёвка не зацеплена за это кольцо

цо, и 1 иначе. Например, на рисунке 5 верёвка зацеплена за первое и третье кольцо, поэтому такому положению мы сопоставим код 1010.

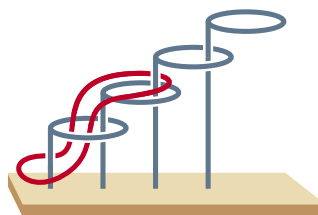


Рис. 5

Наоборот, по каждому коду из ноликов и единиц можно восстановить положение верёвки: каждое кольцо верёвка будет обходить так, как показано на рисунке 6, в зависимости от цифры, соответствующей этому кольцу. Обведя таким образом верёвку вокруг колец, надо не забыть замкнуть её слева и справа – и мы получим требуемое положение.

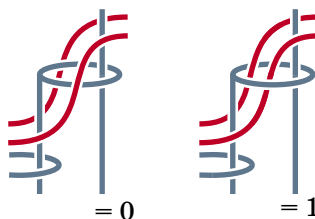


Рис. 6

Перед началом распутывания верёвка находится в состоянии 100...0, а стремимся мы к состоянию, которое кодируется сплошными нулями: 000...0. К примеру, распутывание головоломки на двух кольцах описывается тогда такой последовательностью кодов: $10 \rightarrow 11 \rightarrow 01 \rightarrow 00$.

Как операции из нашего алгоритма распутывания отражаются на таких кодах? На самом деле в алгоритме используется всего два типа операций.

1) Первая операция простая: надеть верёвку на последнее кольцо или, наоборот, снять (такую операцию действительно можно сделать при любом положении верёвочки) – на языке кодов это отвечает изменению последней цифры.

2) Вторая операция чуть хитрее: если последнее кольцо, за которое зацеплена верёвка, имеет номер k , то на $(k - 1)$ -е кольцо верёвку можно надеть (или снять). Эта операция изображена на рисунке 7. Для кодов это значит, что цифру перед последней единичкой можно менять.

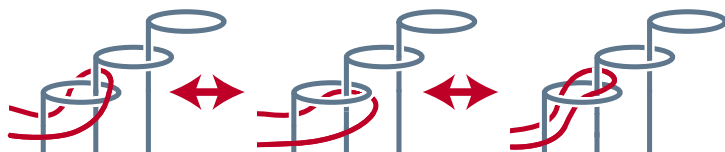
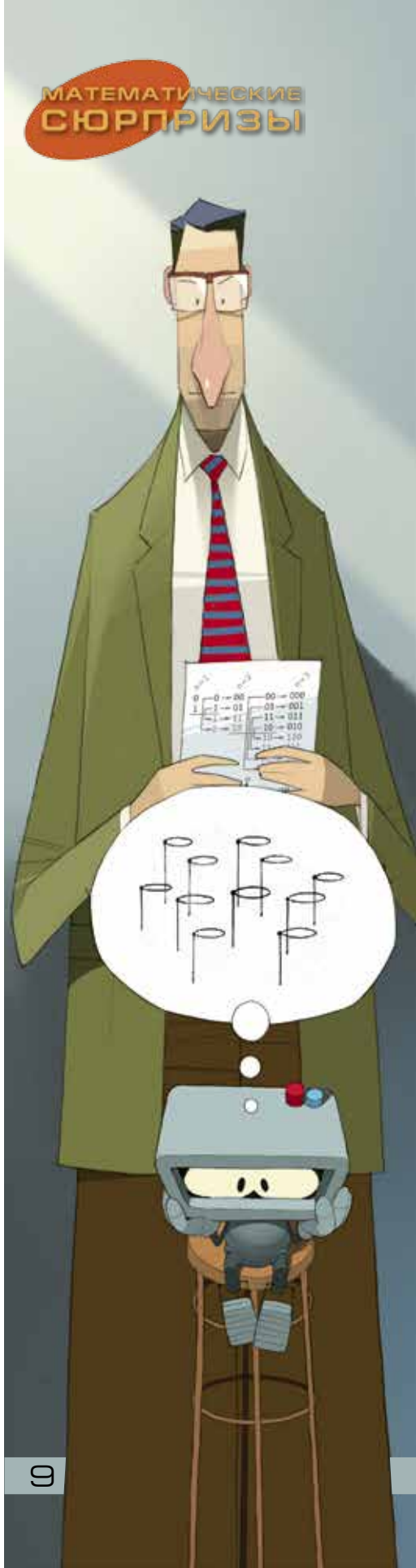


Рис. 7





Получается, что наш алгоритм распутывания даёт последовательность кодов, в которой соседние коды отличаются ровно в одной цифре. Оказывается, в этой последовательности кодов для n колец встречаются все возможные коды длины n из ноликов и единичек, каждый код – ровно один раз (попробуйте это доказать самостоятельно).

Способ расположить коды из нулей и единиц так, чтобы соседние отличались изменением одной цифры, называется *кодом Грея*. Этот код можно использовать не только для распутывания головоломок: предположим, вы хотите подобрать ключ от кодового замка из нулей и единиц. Если перебирать коды в случайном порядке, придётся совершать довольно много переключений: например, чтобы превратить 0111 в 1000, понадобится четыре переключения. А код Грея предлагает способ перебрать все коды, используя минимальное количество переключений – каждый раз переключая всего одну цифру.

Коды Грея часто используются при обработке сигналов, поступающих с электронных датчиков. Рассмотрим, например, такую задачу: у нас есть вращающийся диск, который мы можем раскрасить в чёрный и белый цвета, и датчики, которые можно установить над диском, а они будут сообщать, какой цвет находится прямо под ними. Мы хотим по показаниям датчиков как можно точнее устанавливать, как именно повернут диск. Одно из возможных решений – расположить датчики в ряд на одном радиусе, разделить круг отрезками, идущими из центра круга к краю, на равные секторы и покрасить область под датчиком внутри одного сектора чёрным или белым. Например, для двух датчиков конструкция может выглядеть примерно так, как на рисунке 8 (тут четыре сектора, каждый сектор поделён на две части и раскрашен, крестиками отмечены положения датчиков):

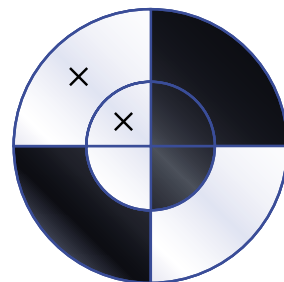


Рис. 8

Если в нашем распоряжении есть n датчиков, то возможных комбинаций их показаний 2^n , поэтому круг можно поделить на 2^n секторов, покрасить каж-

дый из них по-своему и определять угол поворота диска с точностью до $1/2^n$ от полного оборота.

Однако в реальном мире датчики могут срабатывать неодновременно: если они считали цвет под собой в момент, когда полностью белый сектор переходит в полностью чёрный, показания датчиков, которые мы снимем, могут быть вообще любыми! Как же этого избежать?

Вы, наверное, уже догадались: можно красить секторы не случайным образом, а использовать код Грея. Тогда два соседних сектора будут отличаться показаниями всего лишь одного датчика – даже если какие-то из них сработают с запозданием, мы всё равно ошибёмся не более чем на один сектор. Примеры раскрасок для двух и трёх датчиков, использующих код Грея, можно увидеть на рисунке 9.

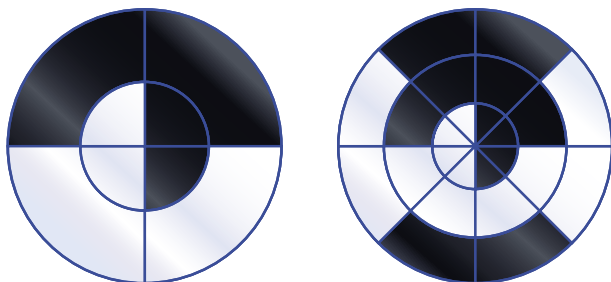


Рис. 9

Иногда идея кодов Грея возникает и в олимпиадных задачах: попробуйте, вооружившись новыми знаниями, решить задачу, предлагавшуюся на Математическом празднике в 2021 году (автор А. Грибалко):

На витрине ювелирного магазина лежат 15 бриллиантов. Рядом с ними стоят таблички с указанием масс, на которых написано 1, 2, ..., 15 карат. У продавца есть чашечные весы и четыре гири массами 1, 2, 4 и 8 карат. Покупателю разрешается только один тип взвешиваний: положить один из бриллиантов на одну чашу весов, а гири – на другую и убедиться, что масса на соответствующей табличке указана верно. Однако за каждую взятую гирю нужно заплатить продавцу 100 монет. Если гиря снимается с весов и в следующем взвешивании не участвует, продавец забирает её. Какую наименьшую сумму придётся заплатить, чтобы проверить массы всех бриллиантов?

Художник Алексей Вайнер





Приглашаем всех попробовать свои силы в нашем
заочном математическом конкурсе.

Первый этап состоит из четырёх туров (с I по IV) и идёт с сентября по декабрь.

Высылайте решения задач IV тура, с которыми справитесь, не позднее 5 января в систему проверки konkurs.kvantik.com (инструкция находится по адресу kvantik.com/short/matkonkurs), либо электронной почтой по адресу matkonkurs@kvantik.com, либо обычной почтой по адресу 119002, г. Москва, Б. Власьевский пер., д. 11, журнал «Квантик».

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

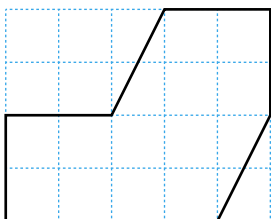
В конкурсе также могут участвовать команды: в этом случае присылается одна работа со списком участников. Итоги среди команд подводятся отдельно.

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

IV ТУР



17. Разрежьте приведённую на рисунке фигуру на 2 равные (по форме и по размеру) части.



16. Пётр, Павел и Панкрат всегда отвечают правду. Фома, Фрол и Филимон всегда отвечают неправду. Например, на вопрос «Твоё имя – Пётр?» четверо ответят «да» и двое ответят «нет». Придумайте простой вопрос, на который один ответит «да» и пятеро ответят «нет».



Авторы задач: Татьяна Казичина (16), Георгий Караваев (17, 20), Михаил Евдокимов (18), Александр Перепечко (19)

18. На листе бумаги втайне от вас написали последовательность из 10 натуральных чисел, в которой каждое следующее число, начиная с третьего, равно сумме двух предыдущих. За один вопрос можно узнать сумму любых пяти различных чисел на листе. За какое наименьшее число вопросов можно узнать хотя бы одно записанное число?



20. Бегун отправился на ежедневную пробежку. Сначала он бежал по тропинке с постоянной скоростью, а потом по асфальтированной дорожке, уже с другой постоянной скоростью. На первую половину пути бегун потратил две трети времени пробежки, а на последние две трети пути он потратил половину времени пробежки. Какую часть дистанции составляет тропинка?



19. Барон Мюнхгаузен рассказывал, что однажды подошёл к озеру, на котором росли три лилии. Он бросил три камушка, которые одновременно упали в воду и от каждого по воде пошла одна круговая волна. Барон утверждает, что 1-я лилия колыхнулась по очереди волнами от 1-го, 2-го и 3-го камушков, 2-я лилия – волнами от 2-го, 3-го и 1-го камушков, а 3-я лилия – волнами от 3-го, 1-го и 2-го камушков (именно в таком порядке). Мог ли барон быть прав? (Волны расходятся с одной и той же постоянной скоростью.)



ISSN 2227-7986 25012



Художник Алексей Вайнер



Лыжные палки

По картинке определите, соприкасаются ли эти лыжные палки.

По материалам журнала «Квант»