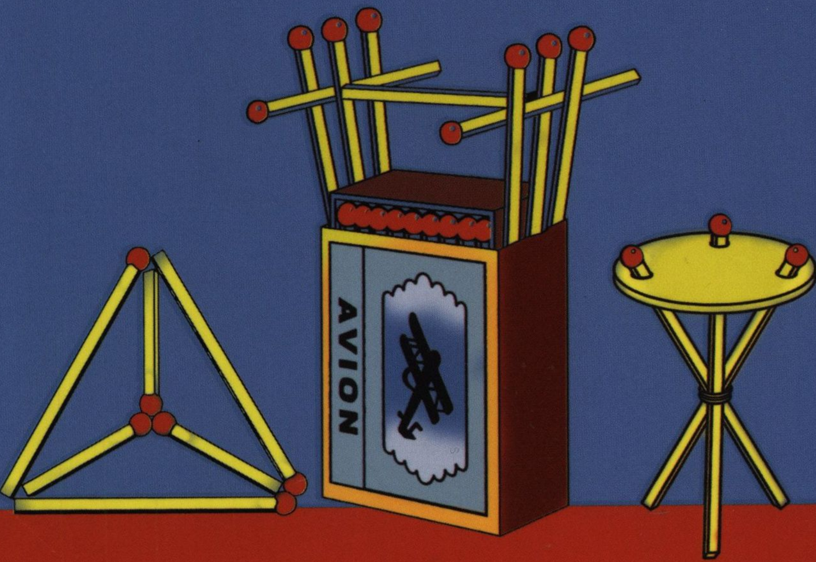


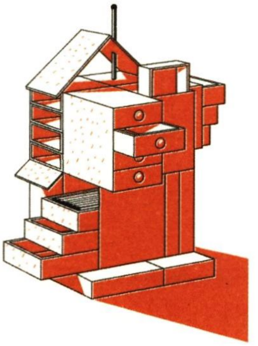
МАТЕМАТИКА со СПИЧКАМИ

ЯКОВ ПЕРЕЛЬМАН

качели
издательство

ЯКОВ ПЕРЕЛЬМАН

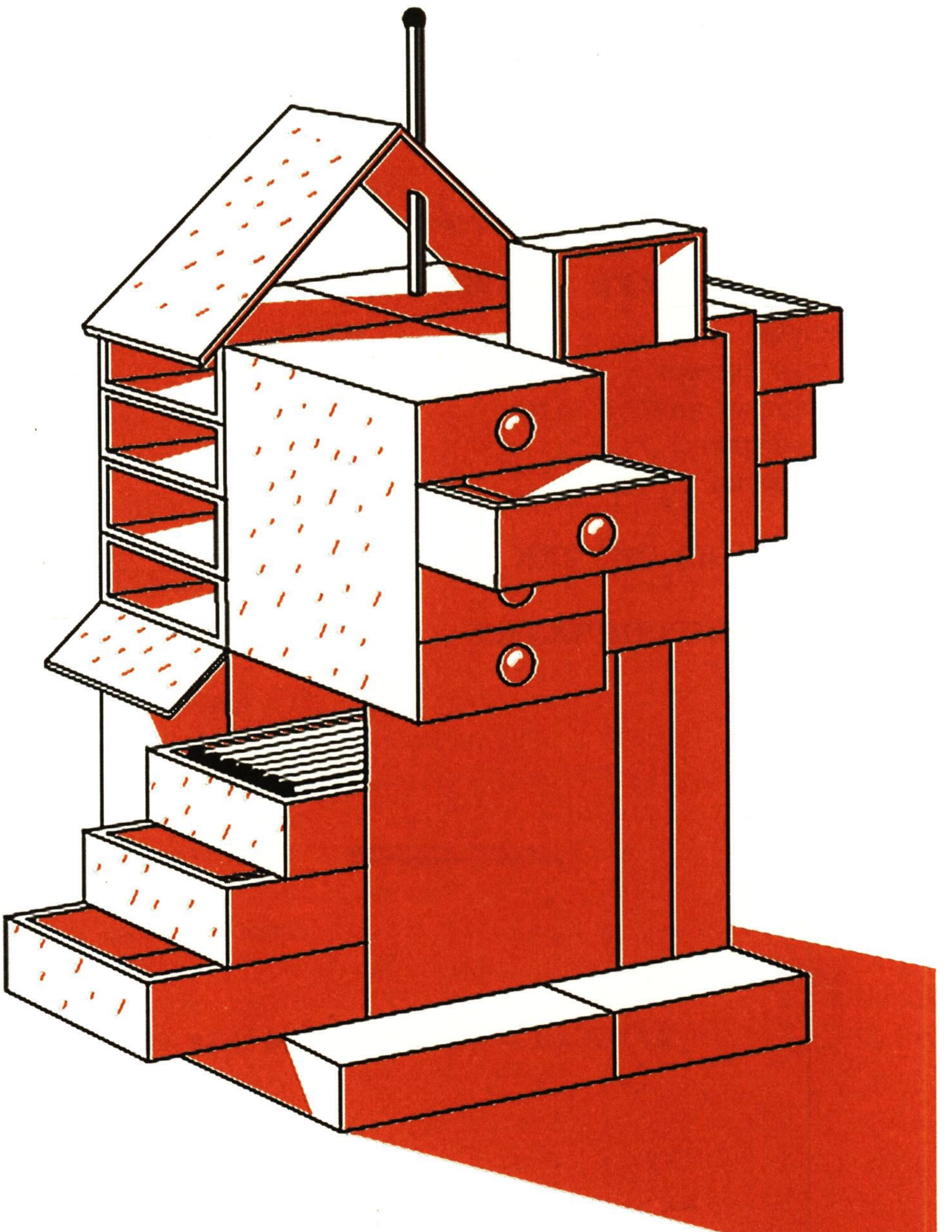
МАТЕМАТИКА СО СПИЧКАМИ



Художник
СОФИЯ БЕРЛИНА

Санкт-Петербург
КАЧЕЛИ
2021

ОГЛАВЛЕНИЕ



I. МАЛЕНЬКАЯ ПАЛАТА МЕР

МЕТРИЧЕСКИЕ МЕРЫ ИЗ СПИЧЕК

Держа в руке коробок спичек, вы, конечно, не подозреваете, что владеете чем-то вроде маленькой переносной палаты мер. Дело в том, что обыкновенная спичка может иной раз, когда ничего лучшего под рукой не имеется, заменить меру длины. Спички изготовляются почти всегда одинаковой длины, — чаще всего в 5 сантиметров[1]. Поэтому вы и можете пользоваться спичкой при нужде как мерой длины. Отметили длину одной спички — и получили 5 сантиметров; положили в одну прямую линию две спички — и у вас около 10 сантиметров, то есть так называемый дециметр. Десять спичек, вытянутых в прямую линию, составляют приблизительно 50 сантиметров, то есть полметра. Наконец, 20 спичек, если вы терпеливо выложите их, конец к концу, по прямой линии, дадут вам примерно длину одного метра.

Конечно, длины получаются при этом не вполне точно, а только приблизительно. Но разве могли бы вы без мерки хотя бы и приблизительно наметить длину метра? Попробуйте сделать это прямо, на глаз, — увидите, как грубо вы ошибетесь. Спички помогают избегать таких грубых ошибок, и в этом несомненная польза нашей маленькой палаты мер.

Сейчас мы говорили о метре, дециметре и сантиметрах. Но в метрической системе есть мера еще меньше сантиметра. Это десятая часть сантиметра — миллиметр. Если вам не приходилось еще иметь дело с миллиметрами при работе за станком или чертежной доской, то вы, я уверен, не в состоянии будете даже приблизительно указать на память величину этой меры. Имея же под рукой спичку, вы справитесь с этим вполне удовлетворительно. Вам не придется делить длину спички на 50 равных частей, как,

---

[1] В наше время 5 см — длина спичечного коробка. Спички же сегодня изготовляются короче, чуть больше 4 см. Пять спичек, выложенных в линию, позволят отмерить 20 см. А чтобы отложить метр, понадобится 25 спичек. На рисунках показаны современные, короткие спички. — *Примеч. ред.*

быть может, подумает иной читатель, зная, что в 5 сантиметрах заключается 50 миллиметров. Нет, вам достаточно будет помнить, что толщина спички — 2 миллиметра. Если я спрошу вас теперь, сколько миллиметров имеет в толщину карандаш, то, не имея под руками мерки, вы уже не станете гадать на глаз, а сравните толщину карандаша с толщиной спички. Таким путем вы легко установите, что толщина карандаша — около 7 миллиметров (потому что она больше толщины спички примерно в $3\frac{1}{2}$ раза).

Итак, запомним же твердо обычные размеры спички (рис. 1).

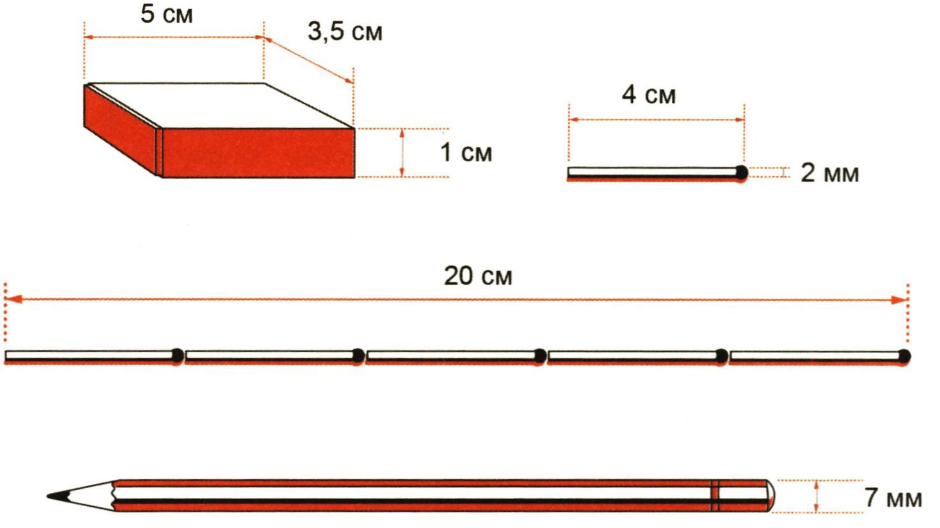


Рис. 1. Метрические меры из спичек

ПРЕЖНИЕ РУССКИЕ МЕРЫ ИЗ СПИЧЕК

Предположите, что к вам попала в руки старая книга, в которой все размеры указаны не в метрической системе, а в прежних русских мерах. Вы пожелаете узнать хотя бы приблизительно длину аршина, чтобы отчетливо представить себе то, о чем говорится в книге (например, размеры самодельной лодки, лыж или чего-нибудь в этом роде). Раздобыть же аршин[1] и теперь уже нелегко, а через несколько лет его вовсе нельзя будет отыскать ни в продаже, ни в обиходе. Как же вам быть?

Выручит вас все та же маленькая палата мер, которая кроется в спичечном коробке. Существует очень интересное и довольно точное соотношение между метром и аршином: если по сторонам прямого угла отмерить по полметра, то прямая линия, соединяющая свободные концы отмеренных линий, равна аршину (рис. 2).

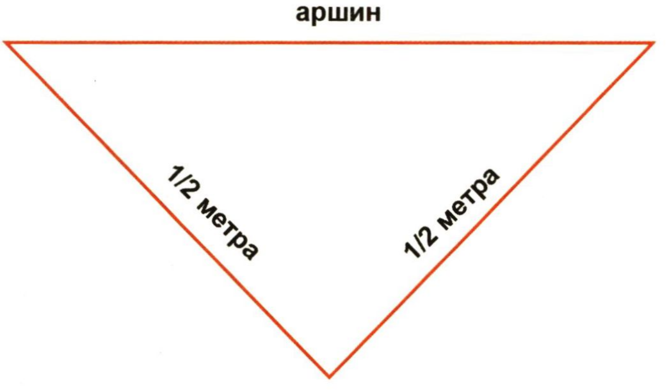


Рис. 2. Соотношение между метром и аршином

Мы можем воспользоваться этим соотношением: выложим в прямой ряд 10 спичек[2], затем от конца его, под прямым углом к первому ряду, выведем другой такой же (рис. 3) и измерим

---

[1] Аршином называли не только меру длины, но и специальный инструмент измерения, например линейку длиной в один аршин с нанесенными на ней делениями. — *Примеч. ред.*

[2] Сегодня, очевидно, нам понадобится 10 спичечных коробков или же 12 спичек. — *Примеч. ред.*

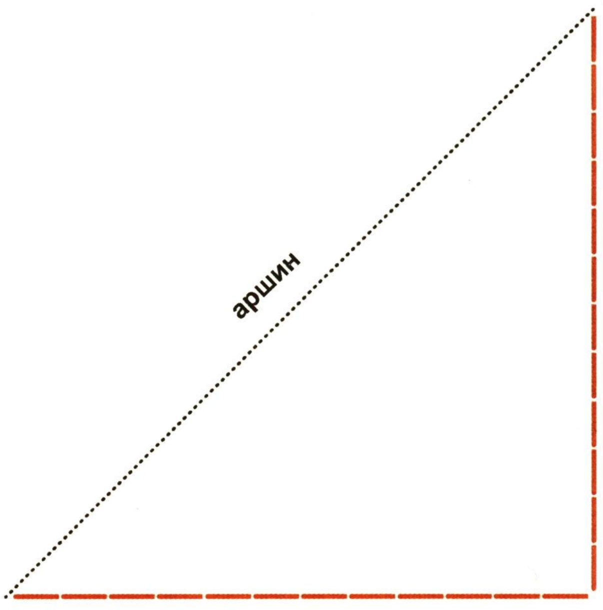


Рис. 3. Как с помощью 24 спичек получить приблизительно длину аршина

расстояние между свободными концами рядов: это и будет примерно аршин.

Если нам нужен не целый аршин, а пол-аршина, то составим ряды не из десяти спичек, а только из пяти спичек каждый[1].

Далее: если вам понадобится узнать примерную длину прежнего русского фута — который в точности равен современному английскому футу, — то вы найдете ее, выложив в ряд шесть спичек[2], потому что фут равен примерно 30 сантиметрам ($5 \times 6 = 30$).

Наконец, дюйм — прежний русский или современный английский — легко получить довольно точно, если спичку поделить ровно пополам: дюйм почти равен $2\frac{1}{2}$ сантиметра[3].

---

[1] С современными спичками — ряды из шести спичек каждый. — *Примеч. ред.*

[2] Шесть спичечных коробков или $7\frac{1}{2}$ спички. — *Примеч. ред.*

[3] Если бы вы пожелали пополнить свою маленькую «палату мер» также и единицами *веса*, то, за неимением гирь, могли бы обойтись *монетами*. Особенно удобны для этого полтинники: они весят ровно по 10 граммов — это их обязательный узаконенный вес. (Эти монеты вышли из обращения; сегодня можно использовать двухрублевые монеты: с 2009 года их вес ровно 5 граммов. — *Примеч. ред.*)

КАК РАЗВИТЬ ГЛАЗОМЕР?

Хорошо, конечно, изощрить свой глазомер настолько, чтобы оценивать размеры предметов прямо на глаз, даже и без помощи спичек. Но, чтобы достигнуть такого искусства, нужно некоторое время упражняться. И всего удобнее вести подобные упражнения на спичках, в форме, например, следующей «игры в глазомер».

Играют вдвоем или втроем. Один из играющих отмечает на столе некоторое расстояние, и все трое должны определить на глаз, сколько спичек поместится в этой длине. Затем выкладыванием спичек проверяют, кто угадал лучше, то есть чья оценка ближе к истине: этот игрок и получает одно очко. После 25 промеров подсчитывают, у кого больше очков, то есть кто победитель в состязании на точность глазомера.

Научившись благодаря этой игре хорошо оценивать небольшие расстояния в спичках, вы тем самым приобретете навык измерять их по глазомеру в сантиметрах, зная, что длина спички — 5 сантиметров.

II. СПИЧЕЧНЫЕ ЗАДАЧИ

ИЗ ЧЕТЫРЕХ КВАДРАТОВ ТРИ

Коробок спичек — не только крошечная палата мер, но и своего рода ящик с сюрпризами, заключающий в себе обширный выбор забавных, а подчас и довольно замысловатых задач и головоломок. Вот один из многочисленных образчиков подобных задач; для начала избираем очень легкую задачку.

Задача 1

Перед вами (рис. 4) фигура, составленная из двенадцати спичек и содержащая четыре равных квадрата. Задача состоит в том, чтобы, переложив четыре спички этой фигуры, получить новую фигуру, состоящую всего из трех равных квадратов. В новую фигуру должны, значит, входить те же двенадцать спичек, но иначе расположенные. Переместить нужно непременно четыре спички — не больше и не меньше.

Решение

Решение ясно из прилагаемого рисунка 5, на котором пунктирными линиями обозначено первоначальное положение спичек.

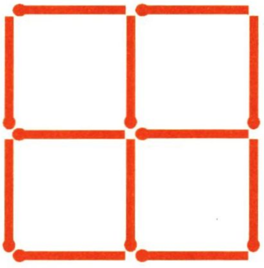


Рис. 4. Задача 1

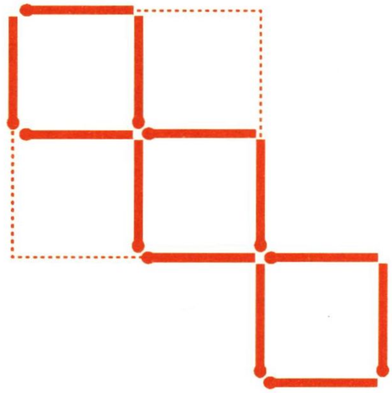


Рис. 5. Решение задачи

КВАДРАТ ИЗ СПИЧЕК

Задача 2

Эта задача замысловатее предыдущей. Возьмите четыре спички и расположите их таким образом, чтобы они образовали четыре прямых угла. Я нарочно не указываю здесь этого первоначального расположения спичек: в его отыскании и заключается суть головоломки[1]. Когда это будет сделано, переложите одну спичку так, чтобы при новом расположении спички ограничивали квадрат.

Решение

Задачу эту можно решать разнообразными способами, и в этом ее особая занимательность. Можно, например, за первоначальное положение взять то, которое указано на рисунке 6, *а*: в этой фигуре четыре прямых угла, обозначенных цифрами 1, 2, 3, 4. Переложить надо, конечно, среднюю спичку этой фигуры, замкнув квадрат.

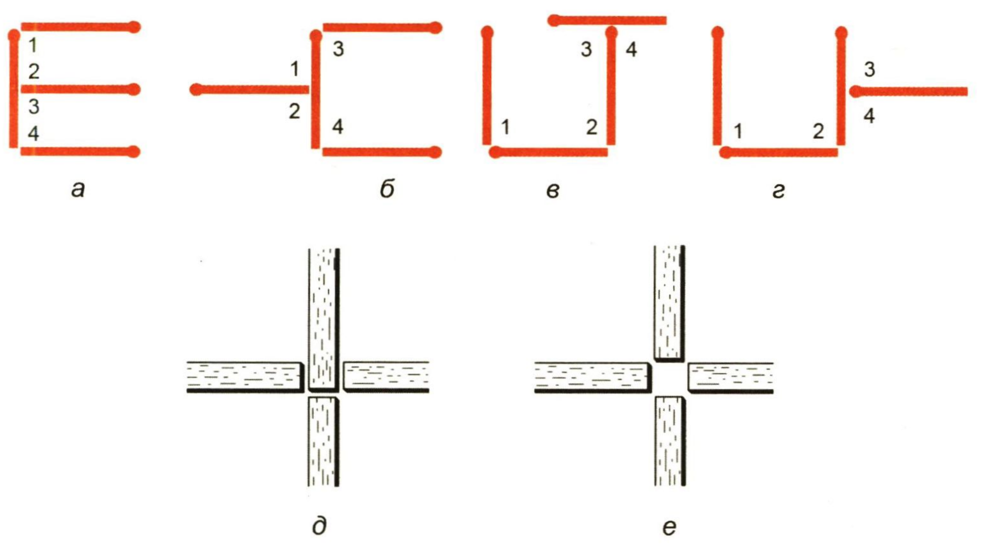


Рис. 6. Задача 2

Другие примеры начального расположения спичек указаны на рисунках 6, *б*, *в*, *г*. Какую спичку и как надо переложить, — ясно из рисунков.

---

[1] При этом спички не должны составлять квадрат. — *Примеч. ред.*

Вероятно, читателям удастся отыскать еще и другие способы решения этой задачи, но едва ли посчастливится им напасть на то совершенно неожиданное решение, которое изображено на рисунках 6, *д*, *е*.

Первоначальное расположение спичек берется такое, как на рисунке 6, *д*. Для получения же квадрата верхняя спичка чуть отодвигается вверх (рис. 6, *е*): получается крошечный квадратик, «ограниченный четырьмя спичками».

Это оригинальное решение вполне правильно и удовлетворяет условиям задачи: ведь не требовалось, чтобы квадрат получился непременно большой!

ЕЩЕ СПИЧЕЧНЫЕ ЗАДАЧИ

Рассмотренные сейчас две задачи дают представление о характере тех головоломок, которые можно извлечь из спичечного коробка. Число задачек этого рода так велико, что лет двадцать тому назад один немецкий автор (Тромгольд) собрал в отдельную книгу свыше 200 самых разнообразных спичечных головоломок. В свое время книжечка эта имелась и в русском переводе (С. Тромгольд. Игры со спичками). Так как в наше время ее уже, к сожалению, нет в продаже, то позволяю себе привести здесь из нее десятка два задач, по образцу которых читатель, без сомнения, сможет уже и сам составить длинный ряд других. Многие из них легки, но попадаются и очень замысловатые[1].

Чтобы не лишать читателя удовольствия доискаться решения самостоятельно, победоносно выйдя из хитро расставленных для него затруднений, ответы напечатаны не сразу после задач, а собраны вместе в конце всей главки.

Начнем с более легких.

[1] Из той же книжечки Тромгольда мною заимствованы, в измененном виде, и кое-какие другие спичечные развлечения.

Задача 3

а) Переложить две спички так, чтобы получилось семь равных квадратов.

б) Из полученной фигуры вынуть две спички так, чтобы осталось пять квадратов.

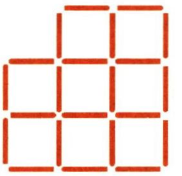


Рис. 7. Задача 3

Задача 4

Вынуть восемь спичек так, чтобы из оставшихся образовалось четыре равных квадрата (есть два решения).

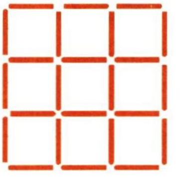


Рис. 8. Задачи 4, 6

Задача 5

Вынуть четыре спички так, чтобы образовалось пять равных или пять неравных квадратов.

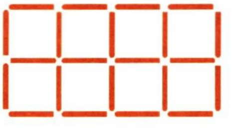


Рис. 9. Задачи 5, 10, 11

Задача 6

Вынуть (рис. 8) шесть спичек так, чтобы из оставшихся образовалось три квадрата[1].

Задача 7

Переложить пять спичек так, чтобы получилось два квадрата.

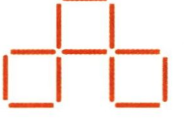


Рис. 10. Задача 7

Задача 8

Отобрать десять спичек так, чтобы осталось четыре равных квадрата (есть пять решений).

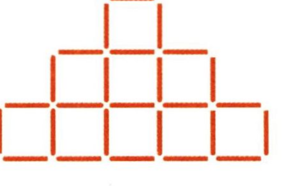


Рис. 11. Задача 8

Задача 9

Из двенадцати спичек составить три равных четырехугольника и два равных треугольника[2].

---

[1] Есть как минимум два варианта решения. — *Примеч. ред.*

[2] Есть несколько вариантов решений. — *Примеч. ред.*

Задача 10

Отобрать (рис. 9) шесть спичек так, чтобы осталось четыре равных квадрата.

Задача 11

Отобрать (рис. 9) семь спичек так, чтобы осталось четыре равных квадрата.

Задача 12

Из девяти целых спичек составить шесть квадратов.

* * *

Рассмотрим теперь ряд задач потруднее.

Задача 13

Из 18 спичек составить один треугольник и шесть четырехугольников двух размеров, по три каждого размера.

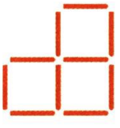


Рис. 12. Задача 14

Задача 14

Из десяти спичек составлены три равных четырехугольника. Одна спичка удаляется, а из остальных девяти спичек требуется составить три новых равных четырехугольника.

Задача 15

Из двенадцати спичек составить двенадцатиугольник с прямыми углами.

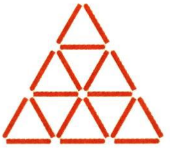


Рис. 13. Задача 16

Задача 16

Вынуть пять спичек так, чтобы осталось пять треугольников (есть два решения).

Задача 17

Составить из 18 спичек шесть равных четырехугольников и один треугольник, в два раза меньший по площади.

Задача 18

Переложить шесть спичек так, чтобы получилось шесть равных, симметрично расположенных четырехугольников.

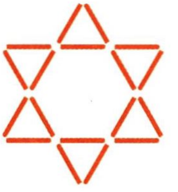


Рис. 14. Задача 18

Задача 19

Как образовать десятью спичками два правильных пятиугольника и пять равных треугольников?

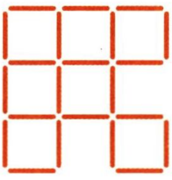
* * *

Самая замысловатая из задач этого рода, пожалуй, следующая — в своем роде знаменитая — спичечная головоломка.

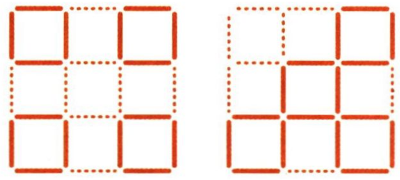
Задача 20

Из шести спичек составить четыре одинаковых треугольника, стороны которых равны одной спичке.

РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ 3–20

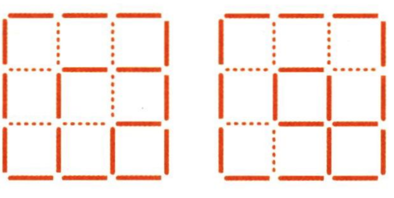


Задача 3

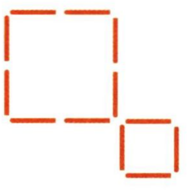


Задача 4

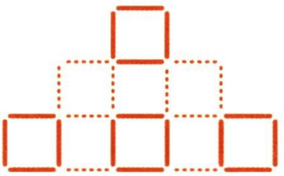
Задача 5 (одно из решений)



Задача 6 (два решения)

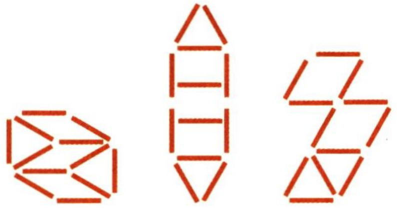


Задача 7



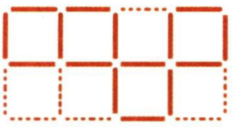
Задача 8

Рис. 15. Решения задач 3–8

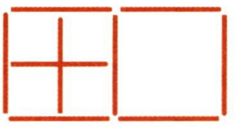


Задача 9 (три решения)

Задача 10



Задача 11

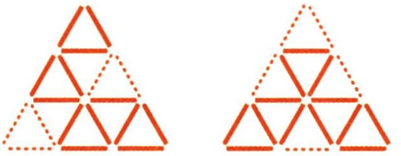


Задача 12

Задача 13

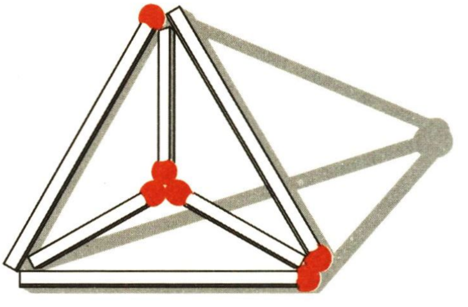
Задача 14

Рис. 16. Решения задач 9–14



Задача 16

Задача 17 Задача 18 Задача 19



Задача 20 (надо составить пирамиду
с треугольным основанием
и треугольными же боковыми гранями)

Рис. 17. Решения задач 15–20

III. Спичечные игры

РЯД ИЗ ТРЕХ СПИЧЕК

Эта игра представляет собою не что иное, как приспособление к спичкам общеизвестной игры «крестики-нолики». В игре участвуют двое. Выкладывают из спичек фигуру, изображенную на рисунке 18. Затем играющие кладут по очереди в одну из девяти клеток этой фигуры по спичке. Один кладет спички головками вверх, другой — головками вниз. Выигравшим считается тот, кто первым закончит прямой или косой (диагональный) ряд из трех своих спичек.

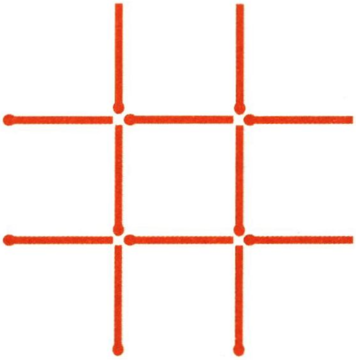


Рис. 18. Ряд из трех спичек

ПЕРЕПРАВА

Задача 21

С помощью спичек очень удобно разбирать старинные задачи-игры с переправами. Вот один из примеров.

Отец, мать и двое детей подошли к реке. С помощью спичек мы изобразим это так: отец — целая спичка головкой вверх; мать — целая спичка головкой вниз; дети — две половинки спичек; река — два параллельных ряда спичек. У берега стоит лодка (спичечный коробок); лодка может поднять либо только одного взрослого, либо же двоих детей. Как могут все они переправиться на другой берег?

Решение

Ряд последовательных переправ, необходимых для того, чтобы всем очутиться на противоположном берегу, показан в табличке:

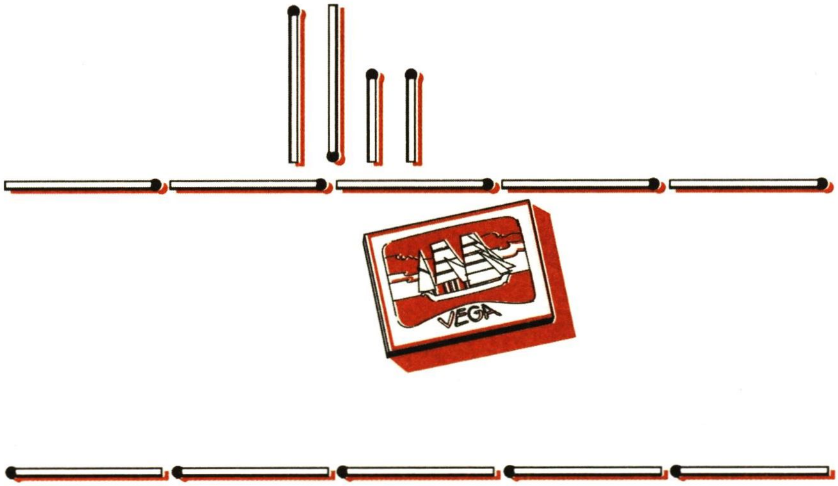


Рис. 19. Переправа

Переправляются туда:	Возвращаются:
2 детей	1 ребенок
1 взрослый	1 ребенок
2 детей	1 ребенок
1 взрослый	1 ребенок
2 детей	

В результате девяти переправ все четверо окажутся на другом берегу.

СПИЧЕЧНАЯ СВАЙКА[1]

Расщепленную на конце спичку поставьте на стол (как показано на рисунке 20) недалеко от его края; а на самый край положите спичку так, чтобы она немного выступала за край. Теперь подбросьте лежащую спичку щелчком так, чтобы она опрокинула стоящую. Игра гораздо интереснее, если поставить на стол несколько спичек, отметив их бумажками и обозначив различным числом очков, как при игре в кегли. Участвуют в этой игре двое или трое.

[1] Сва́йкой называли заостренный стержень из металла или дерева. Некогда была популярна игра в свайку: игрокам нужно было попасть стерженьком в лежащие на земле кольца. — *Примеч. ред.*

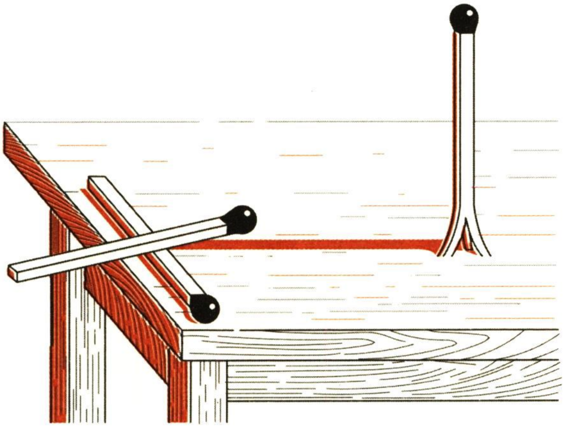


Рис. 20. Спичечная свайка

ЧЁТ ИЛИ НЕЧЕТ?

Задача 22

Обычная игра в «чёт или нечет» общеизвестна[1]. Но вот любопытное видоизменение этой игры.

Вы зажимаете в руке некоторое число спичек, а ваш партнер должен отгадать, четное ли это число, или нечетное, причем он не произносит ничего вслух, а молча кладет на вашу руку в первом случае — две спички, во втором — одну спичку. Эти спички присоединяются к тем, которые были в руке, и затем подсчетом всех этих спичек проверяют: четное или нечетное число спичек оказалось в вашей руке?

При таком способе игры спрашивающий имеет возможность играть без проигрыша. Что для этого делать?

Решение

Спрашивающий должен брать всегда нечетное число спичек. Этим он обеспечивает своему партнеру проигрыш во всяком случае — положит ли тот две или одну спичку.

---

[1] Если же вам не приходилось сталкиваться с разнообразными вариациями этой игры, то вот ее суть: ведущий в произвольном порядке называет четные и нечетные числа, игроки же должны выполнять заранее условленные действия (например, загнуть четные или нечетные по порядку пальцы; или же присесть, если число четное, и подпрыгнуть в противном случае). — *Примеч. ред.*

Действительно: нечетное число плюс один равно четному числу, нечетное число плюс два равно нечетному числу, то есть в обоих случаях получается противоположное тому, что было указано партнером.

В КАКОЙ РУКЕ?

Задача 23

Вы просите товарища взять в одну руку нечетное число спичек, в другую — четное и утверждаете, что сможете безошибочно отгадать, в какой руке у него нечетное число спичек — в правой или в левой. Для этого вы просите его умножить то число спичек, которое зажато в правой руке, на десять, а то, что в левой, — на пять, оба результата сложить и сказать вам сумму.

По этой сумме вы тотчас же говорите ему, в правой или в левой руке находится нечетное число спичек.

Как вы это можете сделать?

Решение

Отгадывание основано на том, что, когда хотя бы один из двух множителей — число четное, произведение всегда получается четное, например:

$$8 \times 6 = 48; \;\; 8 \times 7 = 56;$$

когда же оба множителя нечетных, произведение — нечетное:

$$7 \times 7 = 49.$$

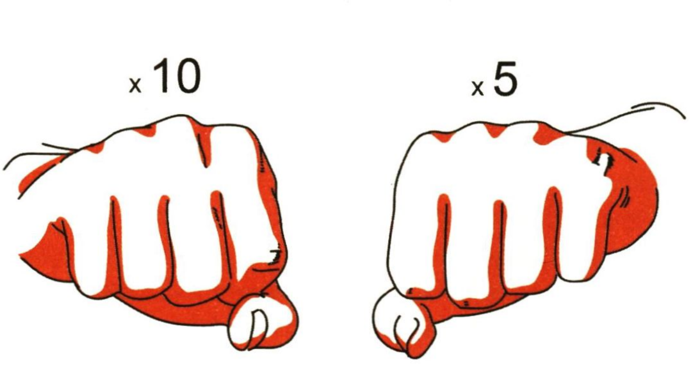


Рис. 21. В какой руке?

Поэтому, если нечетное число спичек в правой руке (то есть умножается на десять), а четное — в левой (умножается на пять), то в обоих случаях получатся четные произведения, и сумма их, конечно, будет четная. Если же в правой руке четное число (умножается на десять), а в левой — нечетное (умножается на пять), то придется сложить четное произведение с нечетным, и сумма получится нечетная.

Итак, когда товарищ ваш назвал вам четную сумму, вы говорите, что четное число спичек у него в левой руке; при нечетной же сумме — наоборот.

ИГРА В ДВАДЦАТЬ

Задача 24

В этой игре участвуют двое. На стол кладется кучка из 20 спичек, и играющие, один после другого, берут из этой кучки не более трех спичек каждый. Проигрывает тот, кто берет последнюю взятку, и, значит, выигрывает тот, кто оставляет противнику всего одну спичку.

Как должны вы начать игру и вести ее дальше, чтобы наверняка выиграть?

Решение

Желая выиграть, вы должны начать с того, что берете три спички. Из оставшихся 17 противник ваш может взять одну, две или три спички, по своему желанию, оставив в кучке 16, 15 или 14 спичек. Сколько бы он ни взял, вы следующим ходом (беря три, две или одну спичку) оставляете ему 13 спичек. Дальнейшими ходами вы должны оставить в кучке последовательно 9, 5 и, наконец, 1 спичку, то есть выигрываете.

Говоря короче: вы берете в начале игры три спички, а в дальнейшем каждый раз столько, чтобы ваша взятка вместе с предыдущей взяткой партнера составляла четыре спички.

Этот план игры найден следующим рассуждением. Вы всегда сможете оставить противнику одну спичку, если предыдущим ходом оставили ему пять (тогда, сколько бы он ни взял — 3, 2, 1, — останется 2, 3, 4, то есть благоприятное для вас число спичек). Но, чтобы иметь возможность оставить пять, вы должны предыдущим ходом оставить девять, и т. д. Так, «пятясь назад», легко рассчитать все ходы.

ИГРА В ТРИДЦАТЬ ДВА

Задача 25

Вот видоизменение предыдущей игры. Берется кучка из 32 спичек. Каждый игрок по очереди извлекает из нее не более четырех спичек. Кто возьмет последнюю спичку, тот считается выигравшим.

Как следует играть, чтобы непременно выиграть?

Как следует играть в том случае, если взявший последнюю спичку считается проигравшим?

Решение

Ведя расчет с конца, вы без труда раскроете секрет беспроигрышной игры. Он состоит в том, чтобы, начиная игру, взять две спички; при следующих же ваших ходах вы оставляете в кучке 25, 20, 15, 10, наконец, 5 спичек; тогда последняя спичка будет непременно ваша. Другими словами: берите каждый раз столько спичек, чтобы ваша взятка вместе с предыдущей взяткой партнера составляла пять спичек.

Указанное правило годится и в том случае, если взявший последнюю спичку считается проигравшим, но только при первом ходе вы должны взять тогда не две, а одну спичку.

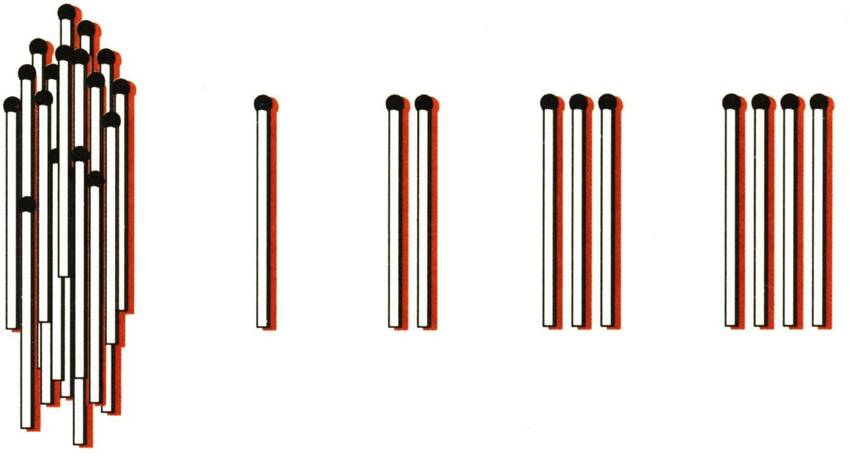


Рис. 22. Игра в тридцать два

НЕМНОГО АЛГЕБРЫ

Игры подобного рода могут быть крайне разнообразны, в зависимости от начального числа спичек в кучке и от предельной величины взятки. Однако знакомые с начатками алгебры могут без труда найти способ выигрывать при всяких условиях игры. Сделаем же эту маленькую экскурсию в область алгебры. Читатели, которые чувствуют себя неподготовленными сопровождать нас, могут прямо перейти к следующей статейке.

Итак, пусть число спичек в куче a, а наибольшая взятка, какая разрешается условиями игры, — n. Выигрывает тот, кто берет последнюю спичку. Составим частное:

$$\frac{a}{n+1}$$

Если оно не дает остатка, то надо предоставить начинать игру своему партнеру и брать каждый раз столько, чтобы общее число спичек, взятых обоими от начала игры, последовательно равнялось

$$n+1,\ 2(n+1),\ 3(n+1),\ 4(n+1) \text{ и т. д.}$$

Если же при делении получается остаток, который обозначим через r, то вы должны начать игру сами и в первый раз взять r спичек, а в дальнейшем держаться чисел:

$$r+(n+1),\ r+2(n+1),\ r+3(n+1) \text{ и т. д.}$$

Ради упражнения попробуйте применить указанные правила к следующим частным случаям (выигравшим считается взявший последнюю спичку):

1) число спичек в кучке 15, взятка — не свыше 3;
2) число спичек 25, взятка — не свыше 4;
3) число спичек 30, взятка — не свыше 6;
4) то же, но взятка — не свыше 7.

Разумеется, когда секрет беспроигрышной игры известен обоим партнерам, выигрыш предрешен, и игра утрачивает смысл.

ИГРА В ДВАДЦАТЬ СЕМЬ

Задача 26

В этой игре также начинают с составления кучки (из 27 спичек) и назначают наибольший размер взятки — четыре спички. Но конец игры не похож на конец предыдущих игр: здесь считается выигравшим тот, у кого по окончании игры окажется четное число спичек.

И в этом случае существует секрет беспроигрышной игры. Какой?

Решение

Начав рассчитывать с конца, вы найдете следующий способ беспроигрышной игры: если у вас уже имеется нечетное число спичек, то при дальнейших взятках вы должны оставлять противнику всякий раз такое число спичек, которое на один меньше кратного[1] 6 — то есть 5 спичек, 11, 17, 23. Если же у вас взято четное число спичек, то вы берете взятки с таким расчетом, чтобы на столе оставалось число, кратное 6, или на одну больше, то есть 6 или 7, 12 или 13, 18 или 19, 24 или 25.

Владея этим секретом, вы можете выиграть, даже если и не вы начали игру. Когда же начинать приходится вам, то считайте, что у вас взято 0 спичек: нуль принимайте за число четное (ведь за ним следует нечетное число — один) и поступайте согласно указанным правилам.

Интересно еще рассмотреть вопрос о беспроигрышной игре, если условие конца игры было другое: выигрывает тот, у кого нечетное число спичек. В этом случае указанные раньше правила нужно применять наоборот: при четном числе имеющихся у вас спичек оставлять противнику на одну меньше кратного 6, при нечетном числе — кратное 6 или на одну больше. Начиная игру, вы оставляете противнику в этом случае 23 спички.

---

[1] Число называется «кратным» другого числа, если делится на него без остатка. Например, число 18 кратно 6, число 35 кратно 7, число 100 кратно 25.

ИГРА «НИМ»

Эта старинная игра представляет собою усложненное видоизменение предыдущих. На стол кладут три кучки спичек; в каждой кучке может быть любое число спичек, но не больше семи (одна спичка тоже называется в этой игре «кучкой»). Игра состоит в том, что играющие берут по очереди из одной кучки любое число спичек (можно и все взять), но только из одной какой-нибудь кучки, по желанию берущего.

Кто возьмет последнюю спичку со стола, тот считается выигравшим.

Рассмотрим пример. Первоначальное распределение спичек по кучкам, предположим, таково:

3 5 7

Затем, по мере того, как играющие поочередно берут то из одной, то из другой кучки несколько спичек, последовательные изменения в числе спичек будут такие:

3	5	7
3	5	2
1	5	2
1	5	0
1	3	0
1	2	0
0	2	0
0	1	0

Рис. 23. Игра «Ним»

Кто возьмет эту последнюю спичку, тот выигрывает.

Здесь также существует секрет беспроигрышной игры. Доискаться его самому вам едва ли удастся (теория «нима» очень сложна); поэтому мы сообщим его, хотя и без обоснования. Надо играть так, чтобы после вашего хода на столе оставалась одна из следующих семи комбинаций спичек:

1, 2, 3	2, 4, 6	
1, 4, 5	2, 5, 7	3, 5, 6
1, 6, 7	3, 4, 7	

Числа подобраны так, что, каково бы ни было первоначальное расположение, всегда возможно привести его к одному из сейчас указанных отнятием спичек из одной кучки. Необходимо только указать еще, что делать, если число спичек в одной из кучек сделалось равным нулю, то есть если кучка исчезла. Тогда надо взять столько спичек, чтобы обе оставшиеся кучки уравнялись по числу спичек. Играя по этим правилам, вы непременно выиграете, то есть возьмете последнюю спичку. Например, в сейчас рассмотренном случае, если бы первый ход был ваш, вы должны были бы вести игру так:

начало:	3	5	7	
вы:	3	4	7	(или 2, 5, 7)
противник:	2	4	7	
вы:	2	4	6	
противник:	2	2	6	
вы:	2	2	0	
противник:	1	2	0	
вы:	1	1	0	
противник:	1	0	0	

Последняя спичка ваша — вы выиграли.

IV. НЕМНОГО АРИФМЕТИКИ НА СПИЧКАХ

ИЗ ТРЕХ — ЧЕТЫРЕ

Задача 27

Это — задача-шутка, довольно забавная. На столе лежат три спички. Не прибавляя и не ломая ни одной спички, сделайте из этих трех спичек — четыре!

Задача 28

Вот еще образчик задачи-шутки подобного же рода: 3 + 2 = 8! На столе лежат три спички. Прибавьте к ним еще две и получите... восемь!

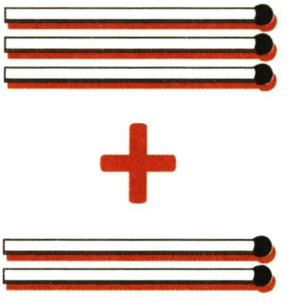


Рис. 24. Задачи 27, 28

ТРИ КУЧКИ СПИЧЕК

Задача 29

На столе лежат 48 спичек, распределенные по трем кучкам. Сколько спичек в каждой кучке, вы не знаете. Зато вы знаете следующее: когда из первой кучки переложили во вторую столько, сколько в этой второй кучке имелось, затем из второй

Рис. 25. Задача 29

в третью столько, сколько в этой третьей имелось, и наконец из третьей в первую столько, сколько в этот момент в первой кучке имелось, — во всех трех кучках оказалось спичек поровну. Можете ли вы сказать, сколько спичек было в каждой кучке первоначально?

ЕЩЕ НЕМНОГО АЛГЕБРЫ

Задача 30

Любопытно, что предыдущую задачу можно было бы решить даже и в том случае, если бы в условии не указывалось точного числа спичек во всех кучках. А именно, задачу можно было предложить в таком виде.

Из полного коробка вынуты несколько спичек, а остальные распределены по трем кучкам. Потом сделаны были следующие переложения: из первой кучки во вторую столько, сколько было во второй; из второй в третью столько, сколько было в третьей; из третьей в первую столько, сколько было в первой, — и тогда во всех кучках оказалось спичек поровну. Каково было первоначальное расположение спичек в кучках?

НАШЕ СПИЧЕЧНОЕ ПРОИЗВОДСТВО

Знаете ли вы, сколько всего спичек потребляется ежегодно всеми жителями нашей страны? На первый взгляд кажется, что узнать это очень трудно: кто же ведет учет потребленным им спичкам! Но вопрос разрешается очень просто, если подойти к нему с другого конца: узнать, сколько спичек изготовляется у нас в течение года. Определить это уже гораздо проще, так как производительность всех спичечных фабрик учитывается. Вся выработка спичек в 1926 году намечена в количестве 2 400 000 ящиков[1].

[1] Столько же было произведено в России в 2014 году. Конечно, на протяжении XX века спичечное производство успело и возрасти, и пойти на спад с появлением систем центрального отопления, электрического освещения, зажигалок и других полезных приспособлений. Однако до сих пор спички являются товаром первой необходимости и продаются практически в каждом магазине. — *Примеч. ред.*

Так как в ящике 1000 коробков, то всего изготовляется у нас 2 400 000 000 коробков.

Вы яснее представите себе это огромное число коробков, если вообразите их наложенными один на другой. Какой высоты получился бы столб? Это нетрудно подсчитать, если знать, что толщина одного коробка $1\frac{1}{2}$ сантиметра. Выполним умножение:

$$1\frac{1}{2} \times 2\,400\,000\,000 = 3\,600\,000\,000 \text{ сантиметров.}$$

Так как в одном километре 100×1000, то есть 100 000 сантиметров, то полученное нами число составляет 36 000 километров. Это чуть не втрое больше поперечника земного шара! Немного не хватает, чтобы окружить этим столбом всю землю по экватору (для этого понадобилось бы 40 000 километров).

Еще более внушительные числа получаются, если подсчитать число отдельных спичек, изготовляемых в нашей стране в течение года. Будем считать, ради удобства расчета, что в каждом коробке 50 спичек (обычно бывает немного больше). Тогда имеем:

$$50 \times 2\,400\,000\,000 = 120\,000\,000\,000 \text{ спичек.}$$

Как прочесть это число? Единица с шестью нулями есть миллион; единица с девятью нулями — миллиард. Значит, наше число читается так: 120 миллиардов.

Выложенные в одну линию, конец к концу, эти 120 миллиардов спичек имели бы в длину $5 \times 120\,000\,000\,000 = 600\,000\,000\,000$ сантиметров, или 6 000 000 километров!

Рис. 26. Годовая продукция всех спичечных фабрик страны

Для такого длинного ряда спичек не нашлось бы места не только на всем земном шаре, но даже в пределах от Земли до Луны, потому что расстояние от нас до ночного светила составляет «только» 400 000 километров. Наша спичечная линия в 15 раз длиннее этого расстояния, — как наглядно показано на рисунке 26.

Интересно еще подсчитать, какой объем занимают все эти спички, вместе взятые. Умножив длину спички — 50 миллиметров — на ее толщину (2 мм) и ширину (2 мм), получаем объем одной спички $50 \times 2 \times 2 = 200$ куб. миллиметров. Затем остается перемножить

$$200 \times 120\,000\,000\,000 = 24\,000\,000\,000\,000 \text{ куб. мм.}$$

Так как в одном куб. метре заключается

$$1\,000 \times 1\,000 \times 1\,000 = 1\,000\,000\,000 \text{ куб. мм,}$$

объем получается в 24 000 куб. метров! Образовалась бы прямая горка примерно таких размеров: 100 метров в длину, 24 метра в ширину и 10 метров в высоту (потому что $100 \times 24 \times 10 = 24\,000$)[1].

МИЛЛИОН СПИЧЕК

Задача 31

Сейчас мы забрели в мир чисел-великанов, которые с трудом охватываются нашим воображением. Правда, по отношению к спичкам такой числовой исполин, как миллион, довольно подходящая числовая мера: фабрика, вырабатывающая в одни сутки миллион спичек — не редкость. А между тем, чтобы только отсчитать этот миллион спичек одну за другой, откладывая ежесекундно по спичке, потребовалось бы времени больше суток. Сколько же именно?

---

[1] Любознательный читатель может самостоятельно подсчитать, какой объем заняли бы современные спички, длина которых 42 мм. — *Примеч. ред.*

ТРИЛЛИОН И КВИНТИЛЛИОН

Иному читателю покажется, пожалуй, что, вырабатывая по миллиону спичек в сутки, фабрика довольно скоро доберется до такого числового великана, как *триллион*, то есть миллион миллионов. Думать так значит не понимать, что такое триллион.

В самом деле. Мы сейчас видели, что годовая производительность всех спичечных фабрик нашей страны не превышает 120 миллиардов, то есть 120 000 миллионов штук. Значит, чтобы изготовить 1 000 000 миллионов (то есть триллион) спичек, потребовалось бы более восьми лет! А одна фабрика, выделывающая по миллиону спичек в сутки, справилась бы с этим только в миллион суток, то есть примерно в 3000 лет!

Следующий числовой исполин, *квинтиллион*, — в миллион раз больше триллиона[1]. Если квинтиллион спичек выложить, конец

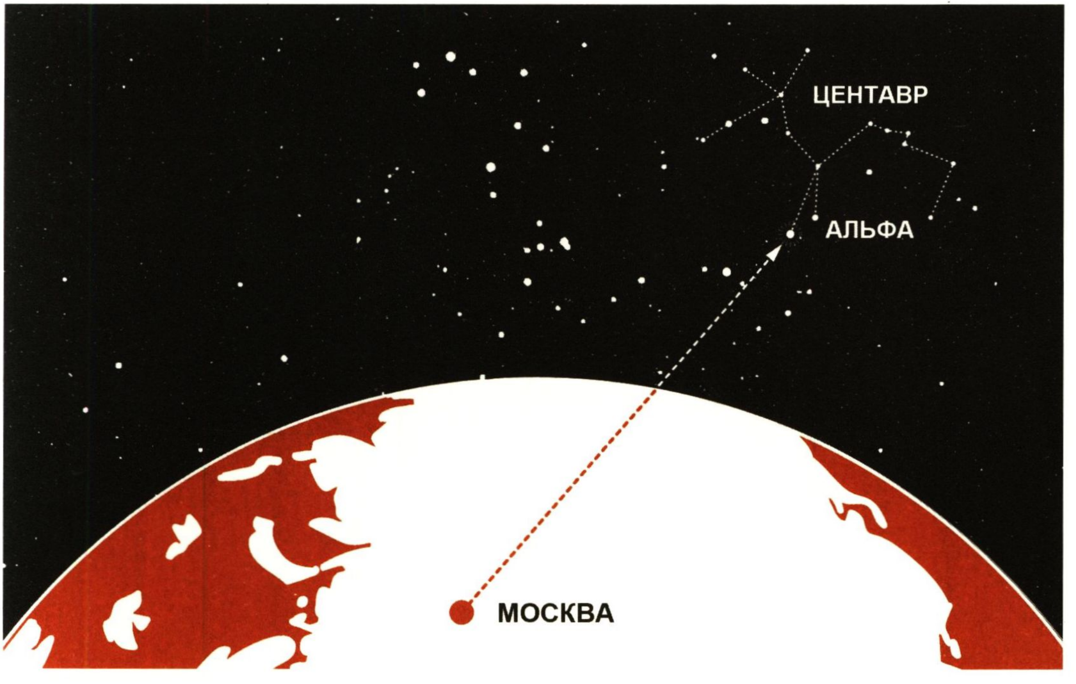


Рис. 27. Квинтиллион спичек

[1] Существуют две системы наименований весьма больших чисел. Это короткая шкала, используемая в России и англоязычном мире, и длинная шкала, которую применяют в некоторых других странах. В длинной шкале слово «триллион» означает еще более крупное число! — *Примеч. ред.*

к концу, в один прямой ряд, то знаете ли, как далеко вытянется этот ряд? На 5 квинтиллионов сантиметров, то есть на 50 триллионов (50 000 000 000 000) километров! Световой луч, пробегающий 300 000 километров в *секунду*, делает в *год* $9\frac{1}{2}$ триллионов километров; следовательно, вдоль нашей спичечной линии луч света будет скользить от одного конца до другого пять лет! Это значит, что квинтиллион спичек можно было бы протянуть от нашей планеты дальше звезды Альфы в созвездии Центавра!

Не думаю, чтобы таким сопоставлением я заметно облегчил вам понимание огромности квинтиллиона: звездные расстояния едва ли не труднее представлять себе, чем исполинские числа. Но полезно знать, по крайней мере, что оба представления — квинтиллиона и звездных расстояний — одного порядка трудности.

РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ 27–31

27

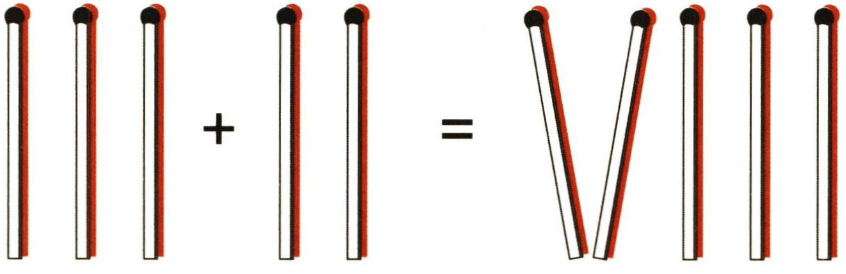
Вы делаете «четыре», — просто четыре, а не четыре спички — следующим образом (рис. 28). Таким же незамысловатым, но для многих неожиданным способом вы могли бы сделать из трех спичек шесть (VI), из четырех — семь (VII) и т. д.

Было Стало

Рис. 28. Задача 27

28

И здесь выручает римская нумерация. Вот ответ: 3 + 2 = 8 (рис. 29).



3 + 2 = 8

Рис. 29. Задача 28

29

Задачу нужно решать с конца. Нам говорят, что после всех перекладываний число спичек в кучках оказалось одинаковым. Так как от этих перекладываний общее число спичек во всех трех кучках не изменилось и, значит, осталось прежним (48), то в каждой кучке после трех перекладываний оказалось по 16 спичек. Следовательно, к концу имеем:

1-я кучка	2-я кучка	3-я кучка
16	16	16

Непосредственно перед этим в первую кучку было прибавлено столько, сколько в ней имелось, то есть число спичек в ней было удвоено. Значит, до последнего перекладывания в первой кучке было не 16, а 8 спичек; в 3-й же кучке, откуда эти 8 спичек были взяты, имелось $16 + 8 = 24$. Теперь у нас такое распределение спичек:

1-я кучка	2-я кучка	3-я кучка
8	16	24

Далее: мы знаем, что перед этим из второй кучки было переложено в третью столько спичек, сколько имелось в третьей кучке. Значит, 24 — это удвоенное число спичек, бывших в третьей кучке до второго перекладывания. Отсюда узнаем распределение спичек после первого перекладывания:

1-я кучка	2-я кучка	3-я кучка
8	28	12

Легко сообразить, что раньше первого перекладывания, то есть до того, как из первой кучки было переложено во вторую столько спичек, сколько в этой второй имелось, распределение спичек было такое:

1-я кучка	2-я кучка	3-я кучка
22	14	12

Это и есть первоначальное распределение спичек по кучкам. Нетрудно убедиться, проделав требуемые задачей переложения, что ответ верен.

30

Пусть после третьего перекладывания оказалось в каждой кучке по a спичек, то есть распределение стало такое:

$$a \qquad a \qquad a$$

До этого — как вы легко сообразите сами, — распределение было

$$\frac{a}{2} \qquad a \qquad a+\frac{a}{2}=\frac{3}{2}a$$

Более раннее распределение:

$$\frac{a}{2} \qquad \mathrm{a}+\frac{3}{4}a=1\frac{3}{4}a \qquad \frac{3}{2}a:2=\frac{3}{4}a$$

А еще раньше:

$$\frac{a}{2}+\frac{7}{8}a=\frac{11}{8}a \qquad 1\frac{3}{4}a:2=\frac{7}{8}a \qquad \frac{3}{4}a$$

Это и есть первоначальное распределение спичек по кучкам. Возможно оно, очевидно, лишь в том случае, если число спичек a делится без остатка на 8. Значит, число а может равняться 8, 16, 24 и т. д., а число спичек во всех трех кучках ($3a$) могло быть только

24, 48, 72 и т. д.

Но в коробке обычно бывает около 55 спичек. Мы знаем, что из коробка было вынуто несколько спичек. Ясно, что единственное подходящее число в предыдущем ряду 48. Это и есть ответ задачи.

31

В сутках $24 \times 60 \times 60 = 86\,400$ секунд. Поэтому, если заниматься счетом спичек без перерыва день и ночь, то в течение одних суток удалось бы отсчитать всего 86 400 штук. А чтобы отсчитать миллион спичек, потребовалось бы почти 12 суток беспрерывного счета!

V. НЕМНОГО ГЕОМЕТРИИ НА СПИЧКАХ

ГОРИЗОНТАЛЬНО И ВЕРТИКАЛЬНО

Задача 32

Попросите товарища положить на стол одну спичку горизонтально. Он положит, разумеется, так, как на рисунке 30.

Рис. 30. «Горизонтальная» спичка

Затем попросите его положить возле первой спички вторую спичку вертикально. Сделает он это примерно так, как на рисунке 31.

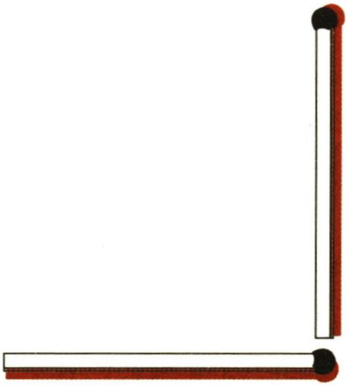


Рис. 31. «Вертикальная» спичка

Товарищ ваш и не подозревает, что вы его «поддели». Боюсь, что вы и сами этого не подозреваете. Ведь задача-то решена неверно!

ДВА ЧЕТЫРЕХУГОЛЬНИКА

Задача 33

На рисунке 32 изображен четырехугольник из шести спичек, площадь которого вдвое больше площади квадрата со стороной, равной одной спичке. Так как длина спички вам известна — 5 см, вы легко определите площадь вашего четырехугольника в сантиметрах: $5 \times 10 = 50$ кв. см. Задача состоит в следующем: не изменяя длины обвода этого четырехугольника, изменить форму его так, чтобы площадь его уменьшилась вдвое, то есть равнялась 25 кв. см.

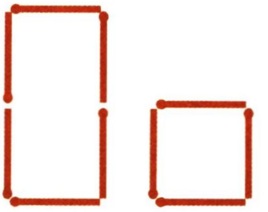


Рис. 32. Задача 33

Как это сделать?

Пусть читатель обратит внимание на то, что речь идет о составлении *четырехугольной* фигуры (а не непременно прямоугольной): углы новой фигуры не обязательно должны быть прямые.

ЧТО БОЛЬШЕ?

Задача 34

Из шести спичек сложены прямоугольник и равносторонний треугольник. Обводы этих фигур, конечно, одинаковы. А у какой больше площадь? (рис. 33).

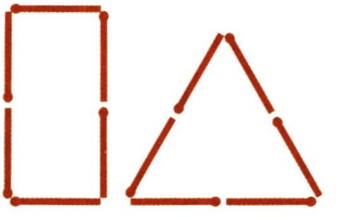


Рис. 33. Задача 34

ФИГУРА С НАИБОЛЬШЕЙ ПЛОЩАДЬЮ

Задача 35

Сейчас мы составили из шести спичек прямоугольник и равносторонний треугольник. Но из того же числа спичек можно составить еще и другие фигуры, имеющие одинаковый обвод. Некоторые из этих фигур изображены на рисунке 34.

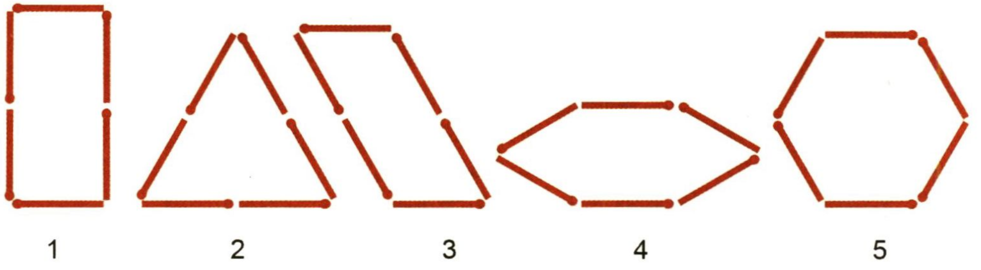


Рис. 34. Задача 35

Площади всех этих фигур различны. Спрашивается, у какой же из них площадь *наибольшая*?

МОСТ ИЗ ДВУХ СПИЧЕК

Задача 36

На рисунке 35 вы видите остров, окруженный каналом. Ширина канала как раз равна длине одной спички, так что перебросить мостик через канал с помощью одной спички нельзя: невозможно опереться концами о берега канала.

Рис. 35. Задача 36

Не удастся ли вам перекинуть мост через канаву с помощью двух спичек? Помните, однако, что склеивать или связывать эти две спички не полагается.

В ВИТРИНЕ СПИЧЕЧНОГО ТРЕСТА

Задача 37

В витрине магазинов спичечного треста нередко выставляются ради рекламы огромные спичечные коробки, по фасону совершенно подобные обыкновенным; а внутри коробки видны столь же чудовищные спички[1]. Предположим, что такой коробок в 10 раз длиннее обыкновенного.

Спрашивается:

1) Сколько весит одна исполинская спичка, принимая вес обыкновенной спички в $\frac{1}{10}$ грамма?

2) Сколько спичек обыкновенного размера мог бы вместить один коробок-великан?

Ответ, что спичка-великан весит $\frac{1}{10} \times 10$, то есть всего один грамм, конечно, явно несообразен: ведь это чуть не настоящее полено — правда, всего в 2 см толщины, зато в полметра длины!

Также несообразно допустить, что в огромном коробке всего вдесятеро больше спичек, чем в обыкновенном, — то есть столько, сколько в 10 коробках.

Десять выложенных в ряд коробков не похожи на тот внушительный ящик, который выставлен в витрине.

Каковы же правильные ответы?

ВЫСОТОМЕР ИЗ СПИЧЕЧНОГО КОРОБКА

Высотомерами называются инструменты, посредством которых можно определять высоту предметов — дерева, столба, башни, — не взбираясь на их вершину.

Лесничий всегда имеет при работе удобный инструмент такого рода, нередко карманного размера, для измерения высоты

[1] В наше время едва ли выставляют спички в витринах, но большие спичечные коробки можно увидеть в музеях. — *Примеч. ред.*

деревьев. Вы можете также обзавестись небольшим удобным дальномером, смастерив его из обыкновенного спичечного коробка. Вам понадобится для этого даже и не весь коробок, а только его наружная часть.

Чтобы приспособить ее для дальномера, нужно, прежде всего, ее укоротить, сделав длину равной ширине. Отрезав лишнюю часть коробка́, как показано на рисунке 36, надо заклеить отверстие полоской бумаги. У короткого края заклеенного прямоугольника проделывают небольшое отверстие — примерно в полсантиметра. Этим исчерпывается изготовление дальномера.

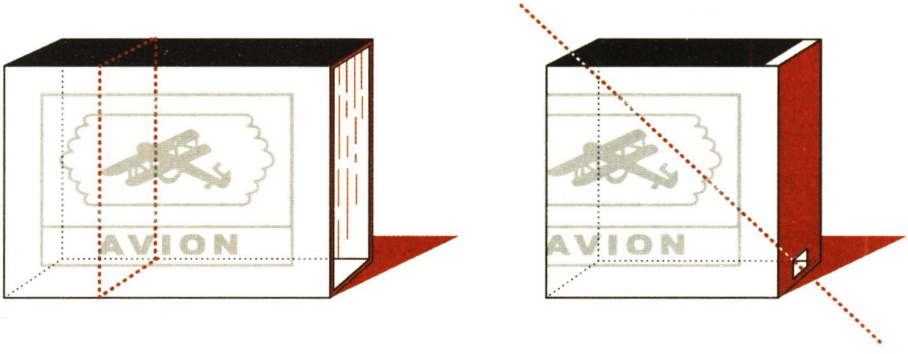


Рис. 36. Высотомер из спичечного коробка

Объясним теперь, как им пользоваться для измерения высот. Пусть вы желаете измерить высоту дерева BD.

Вы становитесь на некотором расстоянии от дерева и, держа дальномер так, чтобы нижний край его (близ которого устроено отверстие) располагался горизонтально, смотрите через отверстие на верхушку дерева. Приближаясь к дереву или удаляясь от него, отыскиваете такое место, стоя на котором вы увидите через дырочку a верхушку дерева B, как бы касающуюся верхнего края b спичечного коробка (рис. 37).

Найдя это место, вам остается лишь измерить расстояние aC от этого места до основания дерева: тем самым вы определите и высоту дерева. Точнее говоря, не полную высоту дерева, а лишь высоту его над горизонтальной линией aC, проведенной на уровне ваших глаз; остается прибавить только кусок CD, который легко измерить непосредственно.

(Из рисунка 37 нетрудно понять, почему это так. Расстояние bc равно расстоянию ac — мы ведь так обрезали коробок. Из геометрии мы знаем, что при этом должны равняться между собою также и расстояния BC и aC.)

Успех измерения зависит в значительной мере от того, удалось ли удержать коробок так, чтобы ac было горизонтально (или — что то же самое — чтобы bc было отвесно). Только тогда длина BC будет действительно равна aC. Чтобы обеспечить отвесное положение bc, можно прикрепить близ края коробка небольшой отвес из нити с тяжелой бусиной (или пломбой) на конце.

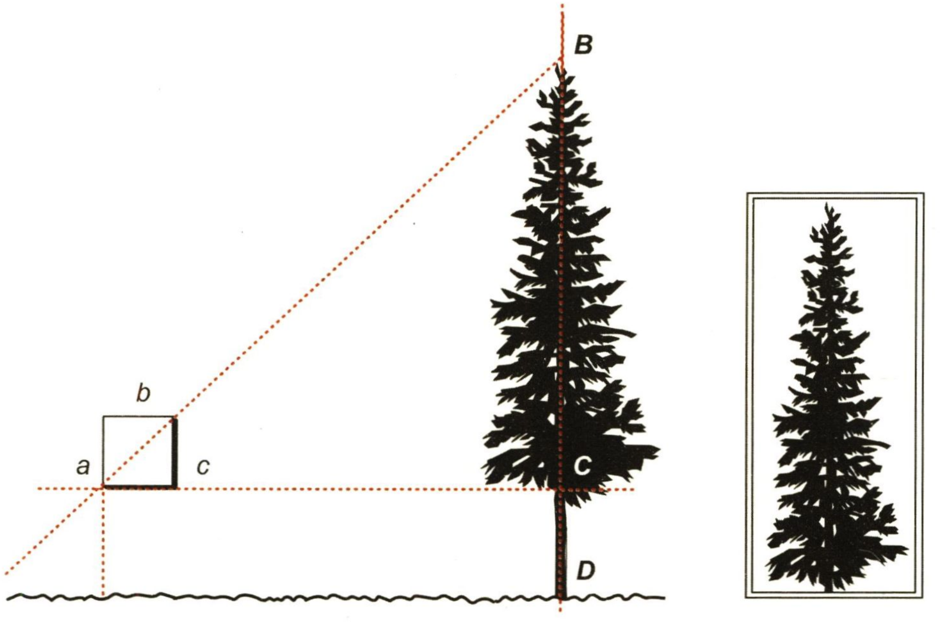


Рис. 37. Измерение высоты

РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ 32–37

32

Обе спички (рис. 31) горизонтальны! Вы удивлены?

Но подумайте: спичка, лежащая на *горизонтальной* поверхности стола, может ли иметь *вертикальное* направление? Вертикальное направление — это направление сверху вниз, к земле (точнее, к центру земного шара), — а как бы вы ни положили спичку на стол, она не будет направлена к земле.

Девяносто девять человек из ста делают эту ошибку, — не исключая даже и иных математиков. Едва ли ваш товарищ будет тот сотый, который не попадет впросак.

33

Надо из шести спичек сложить *параллелограмм* так, чтобы его высота равнялась одной спичке (рис. 38). Такой параллелограмм, имеющий одинаковые основание и высоту с квадратом, должен иметь и одинаковую с ним площадь.

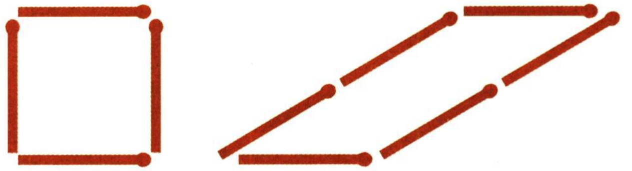


Рис. 38. Задача 33

34

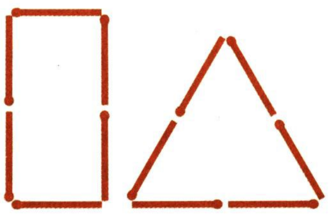


Рис. 39. Задача 34

Чтобы решить эту задачу, надо знать, как вычисляется площадь треугольника: умножают длину основания на высоту и полученное произведение делят пополам; или — что то же самое — умножают половину основания на высоту. В нашем треугольнике половина основания равна одной спичке, то есть основанию прямоугольника. Если бы высоты этих фигур были одинаковы, то обе фигуры имели бы равные площади.

Но легко видеть, что высота треугольника меньше двух спичек, то есть меньше высоты прямоугольника. Значит, и площадь треугольника меньше площади прямоугольника.

35

Мы уже знаем, что площадь фигуры 1 больше площади фигуры 2. Легко сообразить, что она больше также и площади фигуры 3 (сравните их высоты!)

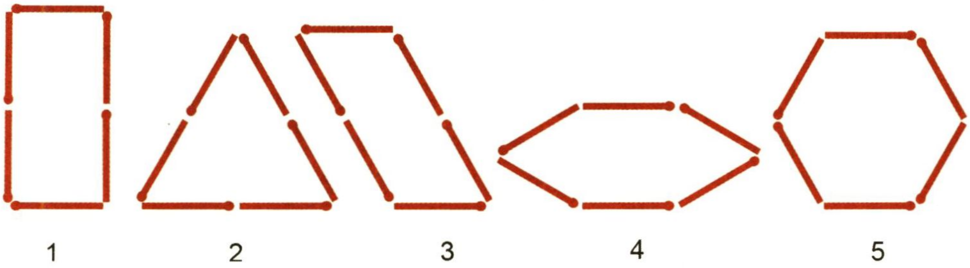


Рис. 40. Задача 35

Остается, следовательно, сравнить по величине площади фигур 1, 4 и 5. Мы можем рассматривать все три фигуры как шестиугольники с равными сторонами (у фигуры 1 два угла выпрямлены). В курсах геометрии доказывается, что из всех многоугольников с одинаковым числом сторон и одинаковым обводом наибольшую площадь имеет многоугольник *правильный*, то есть такой, у которого равны не только стороны, но и углы. Этому

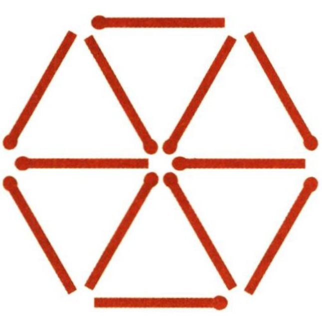


Рис. 41. Правильный шестиугольник

условию удовлетворяет фигура 5; она, следовательно, и имеет наибольшую площадь, какую можно ограничить шестью спичками[1].

Покажем, кстати, как можно сложить из спичек *правильный* шестиугольник. Для этого нужно примкнуть друг к другу шесть равносторонних треугольников, как показано на рисунке 41, и затем вынуть внутренние спички.

36

Решение этой задачи основано на том, что длина линии, соединяющей противоположные углы квадрата (так называемая *диагональ*), меньше длины $1\frac{1}{2}$ спичек (рис. 42, *а*). Зная это, мы можем построить требуемый мост так, как показано на рисунке 42, *б* — то есть одну спичку кладем в положение 5–6, а другую в положение 7–4. Расстояние 2–7 очевидно равно расстоянию 5–7; расстояние 2–4, то есть диагональ квадрата, меньше длины полутора спичек; а так как расстояние 2–7 равно половине спички, то пролет 7–4 короче длины спички. Отсюда и вытекает возможность сооружения нашего моста.

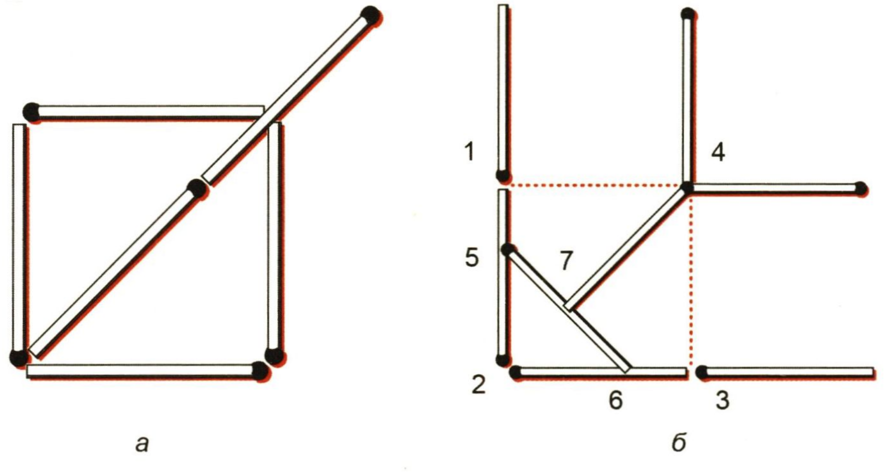


Рис. 42. Задача 36

Задача эта может оказаться и практически полезной в том случае, когда, имея две одинаковые жерди, нужно перебросить

[1] Подробнее о вопросах этого рода — см. в моей книге «Занимательная геометрия между делом и шуткой».

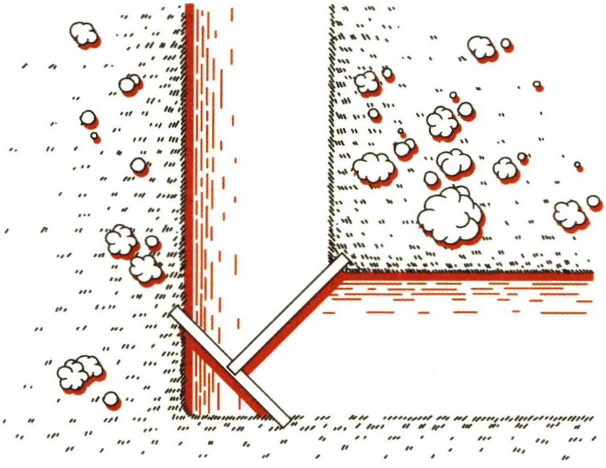


Рис. 43. Мост через канаву

(не связывая их между собою) мост через канаву, ширина которой как раз равна или даже чуть больше длины одной жерди.

Возможно это, впрочем, только в том месте канавы, где она поворачивает под прямым углом (рис. 43).

37

Огромная спичка не только в 10 раз длиннее обыкновенной, но и в 10 раз толще и шире; следовательно, она превышает обыкновенную спичку по объему в $10 \times 10 \times 10$, то есть в 1000 раз. Отсюда определяем вес ее: $\frac{1}{10} \times 1000 = 100$ граммов.

Точно так же коробок-великан вместительнее обыкновенного в 1000 раз, и, значит, в него может войти около 50 000 обыкновенных спичек.

VI. НЕМНОГО ФИЗИКИ НА СПИЧКАХ

ЧТО РАНЬШЕ?

Расположите спички, как указано на рисунке 44, и попросите товарища ответить на следующий вопрос:

— Если спичку зажечь посередине, то какая из боковых спичек загорится от нее раньше?[1]

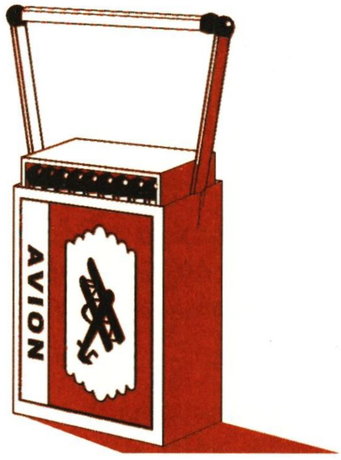


Рис. 44. Что раньше?

Можно поручиться за то, что товарищ ваш, если только он не посвящен в секрет, не даст верного ответа. Большинство рассуждает примерно следующим образом: так как пламя, дойдя до головки лежащей спички, вспыхнет и тем самым вызовет вспышку прилегающей к ней спички, то раньше загорится та боковая спичка, которая прилегает к головке (на нашем рисунке — правая).

[1] Когда проделываете опыты с поджиганием спичек, обязательно позовите взрослых. Им тоже интересно. — *Примеч. ред.*

В действительности, однако, произойдет неожиданная вещь: не загорается ни правая, ни левая из боковых спичек! А как только средняя, горизонтальная спичка перегорит насквозь, две зажимающие ее боковые спички выкинут ее (еще горящую) силою своей упругости, прежде чем пламя успеет дойти до их головок.

Опыт удается, что называется, без отказа. Надо только соблюдать осторожность: от выброшенной — иногда довольно далеко — горящей спички может загореться что-нибудь в комнате[1].

Эффект получается внушительнее, если устроить из спичек более сложное сооружение, вроде изображенного на рисунке 45.

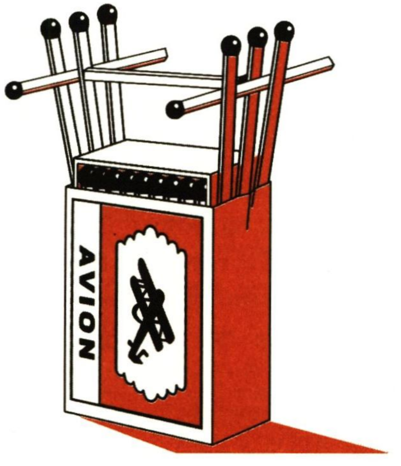


Рис. 45. Опыт нужно выполнять на улице, со взрослыми

УСТОЙЧИВАЯ СПИЧКА

Опыт, изображенный на рисунке 46, крайне прост и легко исполним; но если вам ни разу не случалось еще его проделывать, то, я уверен, вы усомнитесь, так ли уж легко он удается. Попробуйте!

Воткните в спичку клинок полураскрытого перочинного ножа (можно пользоваться даже и не особенно миниатюрным ножиком), а затем без всяких хитростей и уловок ставьте спичку смело на

[1] Спичка действительно улетает довольно далеко, так что лучше ставить этот опыт на улице, убедившись, что поблизости нет легковоспламеняемых материалов вроде сухой травы. — *Примеч. ред.*

Рис. 46. Устойчивая спичка

кончик пальца, или на другую спичку, или на край коробка, вообще на какое-нибудь вовсе, казалось бы, неудобное место (рис. 47).

Вы убедитесь, что отягченная ножом спичка не только не опрокидывается, но очень хорошо стоит в этом, на взгляд, неустойчивом положении. Толкните спичку в бок: она качнется несколько раз и затем вновь возвратится в прежнее положение, с изумительным упорством сохраняя равновесие.

В свое время, когда вы будете изучать физику и механику, вы узнаете причину этого мнимого чуда: центр тяжести расположен здесь *ниже* точки опоры.

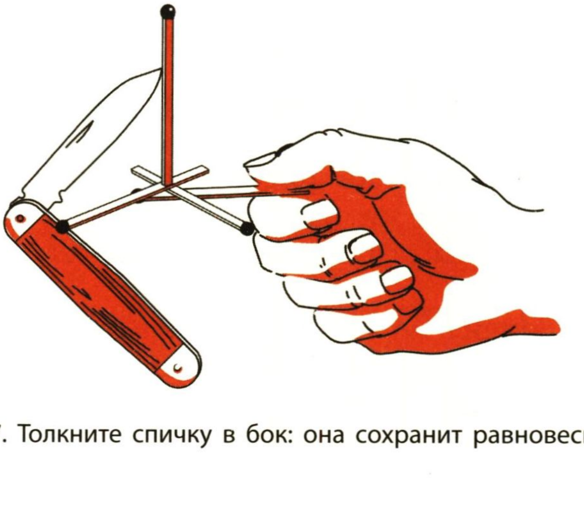


Рис. 47. Толкните спичку в бок: она сохранит равновесие

ЗАЖЕЧЬ СПИЧКУ КАПЛЕЙ ВОДЫ

Этот опыт основан на следующем свойстве дерева.

Надломите осторожно спичку так, чтобы обе части оставались связанными некоторыми волокнами. Затем отогните обе половинки спички назад, под очень острым углом (почти до соприкосновения). В сухом состоянии такая спичка сохраняет неизменным острый угол и не стремится выпрямиться. Но стоит капнуть немного воды на место излома, и волокна древесины, напитавшись водою, начнут выпрямляться; обе половинки спички станут взаимно удаляться, пока острый угол между ними не превратится примерно в прямой.

Как же этим свойством воспользоваться, чтобы «зажечь спичку каплей воды»? Секрет, конечно, в обстановке опыта. Возле зажженной свечи поставьте бутылку, заткнутую пробкой. С помощью булавки прикрепите к пробке надломанную спичку, как показано на рисунке 48.

Если теперь на место излома пустить каплю воды, спичка начнет распрямляться, головка ее поднимется, очутится в пламени свечи и зажжется. Капля воды здесь послужила, хоть и косвенно, причиной воспламенения спички.

Рис. 48. Зажечь спичку каплей воды

ЖИВЫЕ ФИГУРКИ

Способностью согнутых спичек выпрямляться при смачивании можно воспользоваться и для другого интересного опыта. Из плотной бумаги, например из игральных карт, вырежьте части человеческой или какой-либо иной фигуры. Наметьте точки, вокруг которых эти части должны вращаться, и приложите надломанные спички к фигурке так, чтобы вершина острого угла их приходилась как раз в точке вращения. Каплями растопленного сургуча закрепите спички в этом положении[1]. Вы получите целую фигурку, пока еще неподвижную.

Чтобы такую фигурку оживить, заставить ее двигать своими членами, достаточно положить ее на плоскую тарелку и налить тонкий слой воды. Спички начнут распрямляться, увлекая с собою прилепленные к ним части фигуры, и вы увидите, как, например, лошадь или петушок станут медленно поднимать свои ноги. На рисунках 49–50 вы видите несколько таких фигурок (со спичками в распрямленном виде).

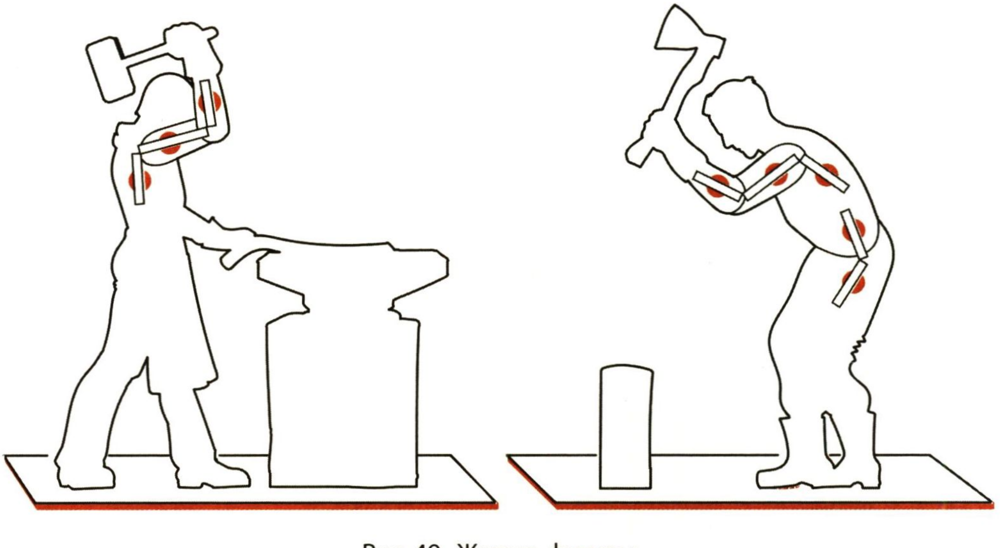


Рис. 49. Живые фигуры

[1] Сегодня мы можем использовать для этих целей пластилин или клей. — *Примеч. ред.*

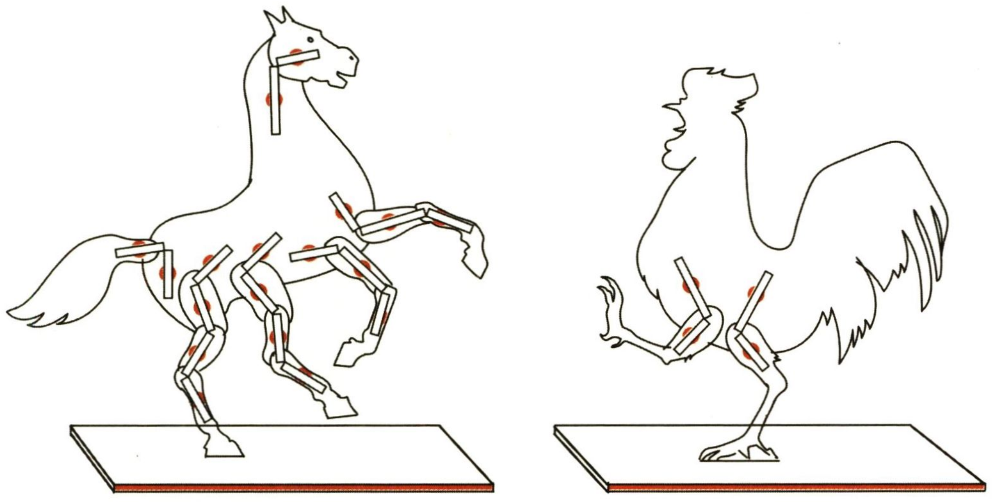


Рис. 50. Когда спички высохнут, они снова согнутся

Одну и ту же фигурку можно употребить в дело много раз. Когда спички высохнут, они снова согнутся, фигурки примут первоначальный вид и будут пригодны для повторения опыта.

ЮЛА ИЗ СПИЧКИ

Из тонкого, но плотного картона вырежьте аккуратно кружок поперечником 4–5 сантиметров. Чем картон плотнее, тем лучше. Проще всего воспользоваться донышком круглой коробочки. Заострите спичку на конце и проткните ее через центр картонного кружка, предварительно проделав отверстие острием циркуля. Кружок должен сидеть примерно в сантиметре (даже меньше) от острого конца спички.

Чтобы он не спада́л, а держался прочно, капните у центра немного густого клея. Теперь юла готова.

Чтобы заставить ее вертеться, закрутите спичку между большим и средним пальцами правой руки и уроните юлу в отвесном положении на стол или, лучше, на гладкую поверхность перевернутого блюда.

Юла будет вращаться достаточно долго, чтобы успеть проделать с нею кое-какие интересные опыты. Можно, например,

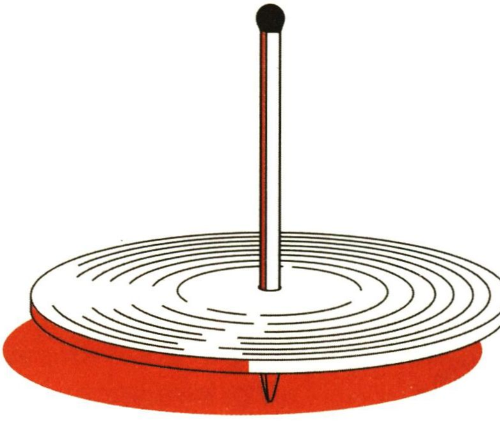


Рис. 51. Юла из спички

разделить кружок радиусами на несколько частей и закрасить эти части в различные цвета: при быстром вращении цвета сольются в один смешанный однородный цвет, порою совершенно неожиданного для вас оттенка; так, синий и желтый цвета дают зеленый и т. п.

VII. ИГРУШКИ ИЗ СПИЧЕК

Здесь мы рассмотрим ряд игрушек, которые вы, при некотором умении мастерить, можете изготовить с помощью спичек для ваших более юных братьев и сестренок. Кроме спичек, для изготовления игрушек понадобится только плотная бумага и пробки, а из инструментов — ножницы, нож и шило.

Клея не нужно: конструкция всех игрушек, изображенных на рисунках 52–55, такова, что они прочно держатся без клея.

Устройство игрушек настолько ясно из рисунков, что едва ли нужны какие-либо комментарии.

Только рисунок 55 требует пояснения. На нем изображены части возка — устройство колеса, втулки и оси; самый же возок изображен в левом нижнем углу рисунка. Кузов возка вырезается из подходящей коробки по вкусу «конструктора». Затем заготовляют из пробки втулку, в которую втыкают спички-спицы головками вовне в два ряда — как в велосипедном колесе. Для обода колеса берут полоску бумаги и пробивают в ней ряд отверстий на одинаковом расстоянии, несколько большем, чем отстоят друг от друга свободные концы спиц-спичек. Продев через отверстие бумажной полоски концы спичек — для чего полоску надо между спицами волнисто изогнуть, — обтягивают колесо «шиной», тоже из бумажной полоски; чтобы шина не соскальзывала, ее прикрепляют, в промежутках между спицами, к ободу стежком нитки (или приклеивают). В левом верхнем углу показан другой способ изгибания обода.

Колесо получается довольно прочное и может, благодаря своей «жесткой» конструкции, выдержать сравнительно большую тяжесть. Под колесом на таблице показано, как устраивается ось; она «коробчатой» конструкции, — из полоски бумаги, как ее изогнуть, легко понять из чертежа. На боковые спички надевают колеса; эти спички надо обстругать кругло в местах соприкосновения их с бумагой, чтобы они лучше вращались. Средние спички служат для увеличения прочности оси и для прикрепления к кузову.

По образцу изображенных здесь игрушек читатели, вероятно, придумают сами немало других.

Пожелаем им успеха!

Рис. 52. Мебель из спичек (стул, стол, скамья, этажерка, кровать, круглый столик)

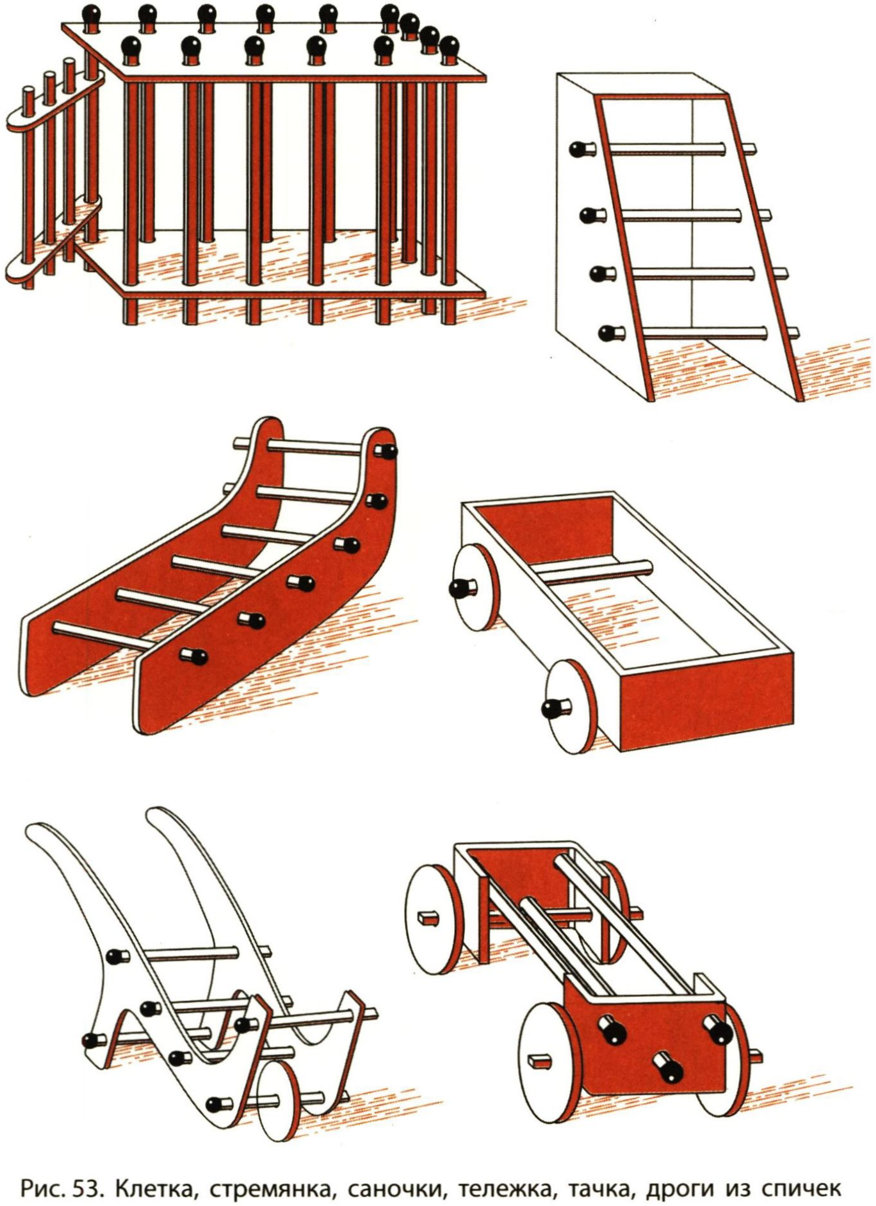


Рис. 53. Клетка, стремянка, саночки, тележка, тачка, дроги из спичек

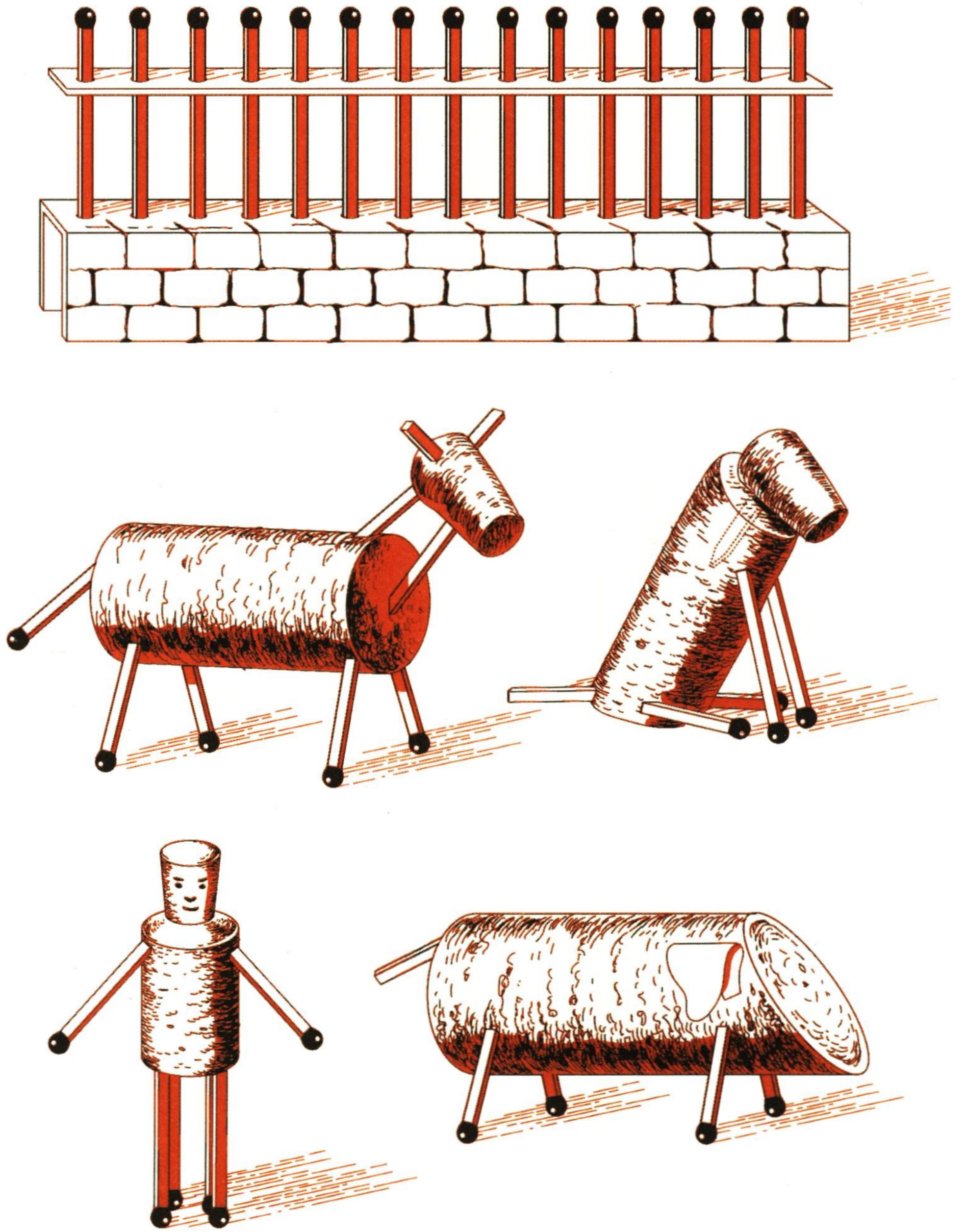


Рис. 54. Фигурки из спичек и пробки (садовая ограда, козлик, собака, человечек, свинья)

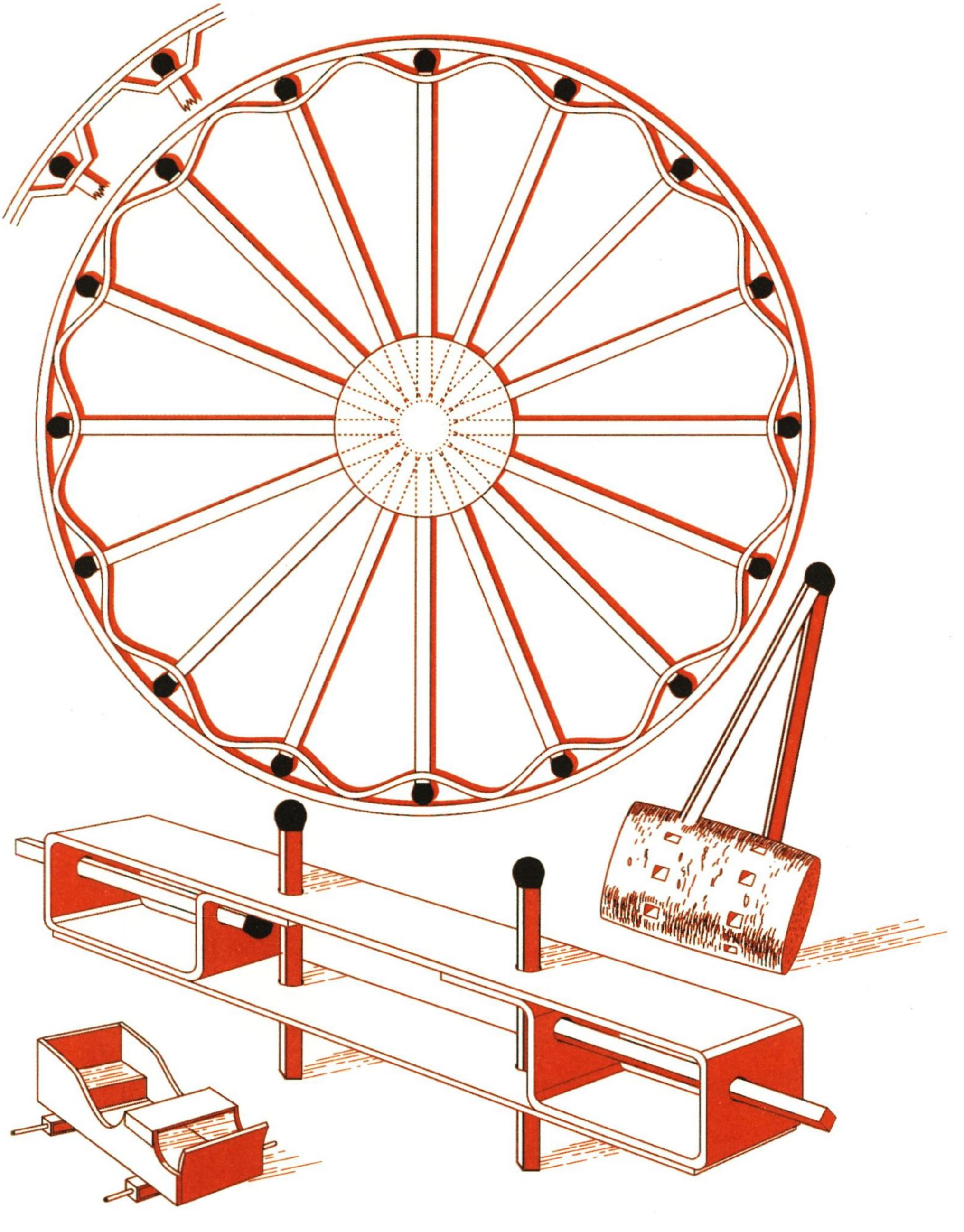


Рис. 55. Возок из спичек

VIII. РИСОВАНИЕ СПИЧКАМИ

Наконец, ради полноты, упомянем и еще об одном роде спичечных развлечений — о рисовании спичками.

Те из наших читателей, которые не находят удовольствия в спичечных головоломках или опытах и не имеют охоты мастерить, могут отдохнуть на рисовании спичками, которое представляет для иных натур очень занимательное и даже увлекающее занятие.

Какого рода рисунки можно выполнять с помощью спичек, видно из приложенных здесь нескольких образчиков, придуманных иллюстратором этой книжки.

Сюжеты, как видите, могут быть довольно разнообразны, особенно если не предъявлять слишком строгих требований в смысле сходства с натурой. Здесь и дом, и ворота, и парусная лодка, и фонарь... При некотором вкусе и фантазии нетрудно будет, вероятно, выполнить и гораздо больше спичечных рисунков подобного типа.

Читатели, надеюсь, справятся с этим без дальнейших наставлений.

КОНЕЦ

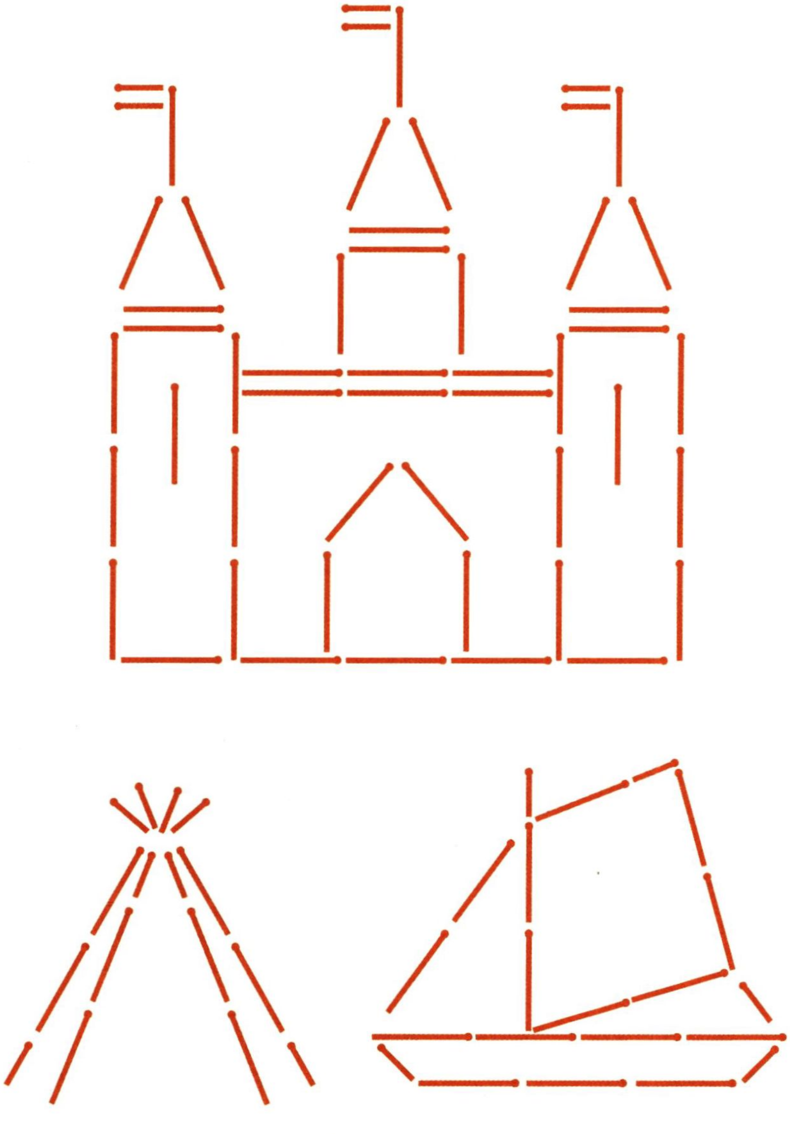
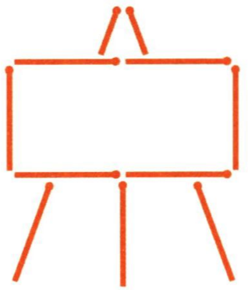
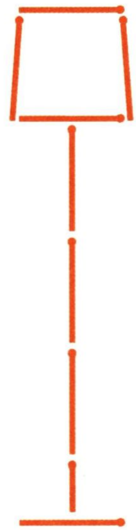
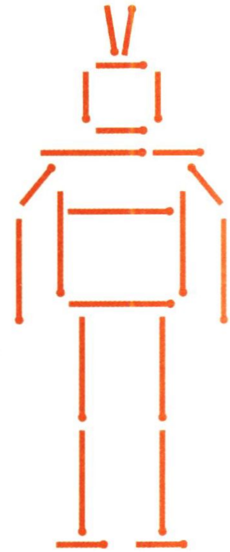
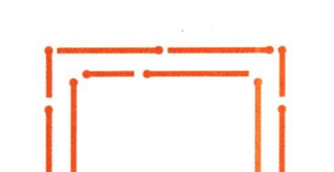
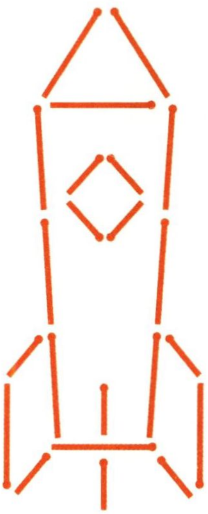


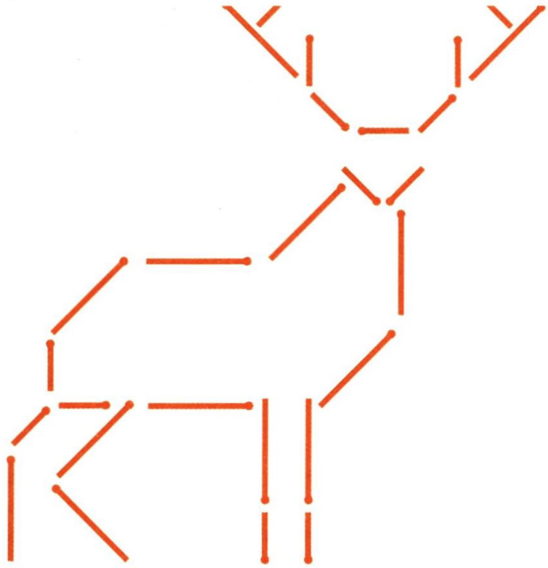
Рис. 56. Рисунки из спичек

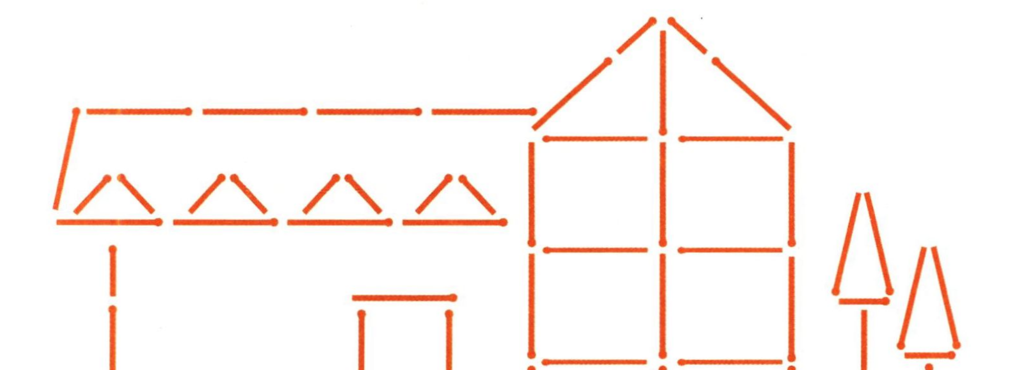











УДК 087.5
ББК 77
П27

Научно-популярное издание для детей среднего школьного возраста

Серия «В кубе»

Яков Исидорович Перельман

МАТЕМАТИКА СО СПИЧКАМИ

Художник София Берлина

Генеральный директор *Мария Смирнова*
Руководитель проекта *Наталия Смирнова*
Ведущий редактор *Ольга Феофанова*
Художественный редактор *Татьяна Гамзина-Бахтий*

Подписано в печать 29.04.2021. Формат 70×100 1/16
Объем 11 печ. л. Печать офсетная. Тираж 7500 экз. Заказ № 2104980
Дата изготовления тиража 31.05.2021

ООО «Издательство Качели»
Телефон редакции: (812) 401-62-67
Адрес для писем: 197022, СПб., а/я 6;
e-mail: info@kachellybook.ru
Заказ книг в интернет-магазине: www.labirint.ru
По вопросам, связанным с приобретением книг издательства,
обращаться в ТФ «Лабиринт»:
тел. +7(495)780-00-98
www.labirint.org

arvato BERTELSMANN Supply Chain Solutions

Отпечатано в полном соответствии с качеством
предоставленного электронного оригинал-макета
в ООО «Ярославский полиграфический комбинат»
150049, Ярославль, ул. Свободы, д. 97.

ISBN 978-5-907401-02-0

Произведено в Российской Федерации

Срок годности не ограничен

ЗНАК ИНФОРМАЦИОННОЙ ПРОДУКЦИИ 6+

EAC

Знаете ли вы, что скрывается в обычном коробке со спичками?

- Переносная палата мер
- Ящик головоломок
- Сундук с играми
- Наглядное пособие по алгебре и геометрии
- Инструменты для простых физических опытов
- Набор для рисования

Раскрыть тайны спичечного коробка поможет лучший гид по миру занимательных наук — Яков Исидорович Перельман. Спички детям не игрушка, а развивающее пособие!

6+

Все книги издательства «Качели»
на www.labirint.ru
тел. +7 (495) 745-95-25
Бесплатный телефон для регионов РФ:
8-800-500-9525

КАЧЕЛИ
издательство