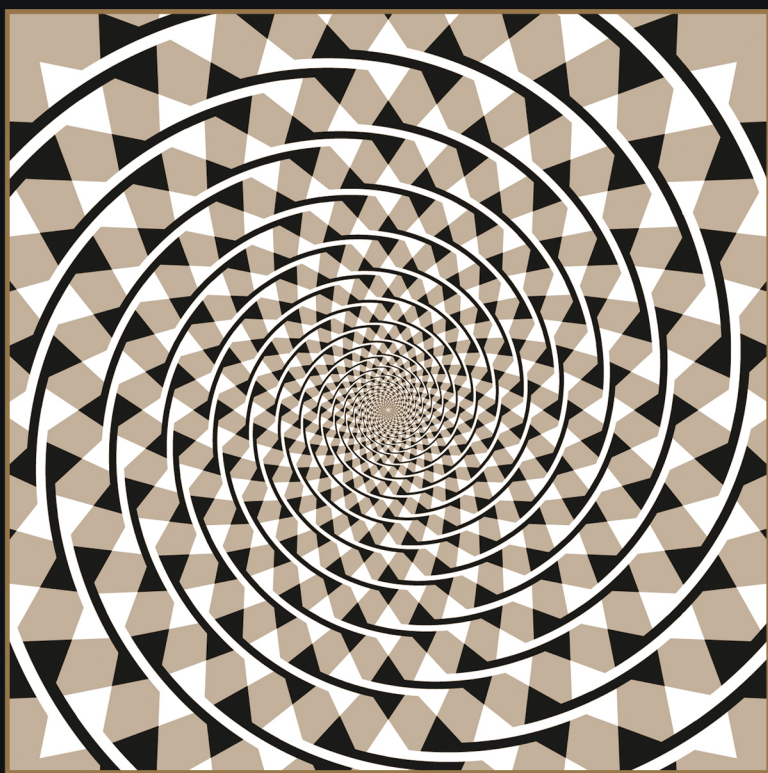


Я. И. ПЕРЕЛЬМАН ГОЛОВОЛОМКИ, ФОКУСЫ И РАЗВЛЕЧЕНИЯ



Свыше трехсот иллюстраций к книгам
«Фокусы и развлечения». «Числа-великаны»,
«Между делом»,
«Для юных физиков: опыты и развлечения»,
«Научные задачи и развлечения :
Головоломки, опыты, занятия»,
«Не верь своим глазам!», «Обманы зрения»,
«Одним росчерком»

БИБЛИОТЕКА МИРОВОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

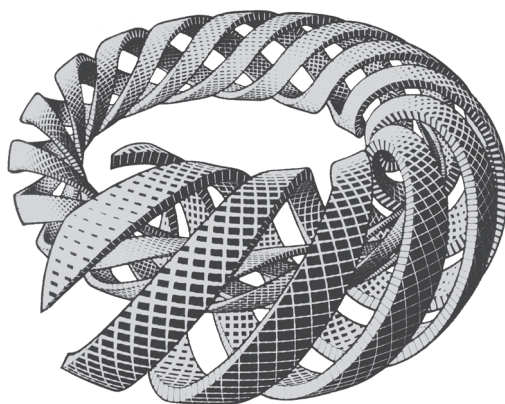




Яков Исидорович Перельман
(1882–1942)

Яков Исидорович Перельман

ГОЛОВОЛОМКИ, ФОКУСЫ И РАЗВЛЕЧЕНИЯ



творческое объединение
Алькор

*Совместный проект издательства СЗКЭО
и переплетной компании
ООО «Творческое объединение „Алькор“»*



Санкт-Петербург
СЗКЭО

УДК 51-053.2
ББК 22.1
П27

В оформлении титульной страницы
использована работа М. Эшера «Спирали», 1953
Комментарии 2017 года

Первые 100 пронумерованных экземпляров
от общего тиража данного издания переплетены мастерами
ручного переплета ООО «Творческое объединение „Алькор“»

Классический европейский переплет выполнен
из натуральной кожи особой выделки растительного дубления.

Инкрустация кожаной вставкой с полноцветной печатью.

Тиснение блинтовое, золотой и цветной фольгой.

6 бинтов на корешке ручной обработки.

Использовано шелковое ляссе, золоченый каптал из натуральной кожи,
форзац и нахзац выполнены из дизайнерской бумаги Malmergo
с тиснением орнамента золотой фольгой. Обработка блока
с трех сторон методом механического торшониrowания
с нанесением золотой матовой полиграфической фольги горячим способом.

Оформление обложки пронумерованных экземпляров
разработано в ООО «Творческое объединение „Алькор“»

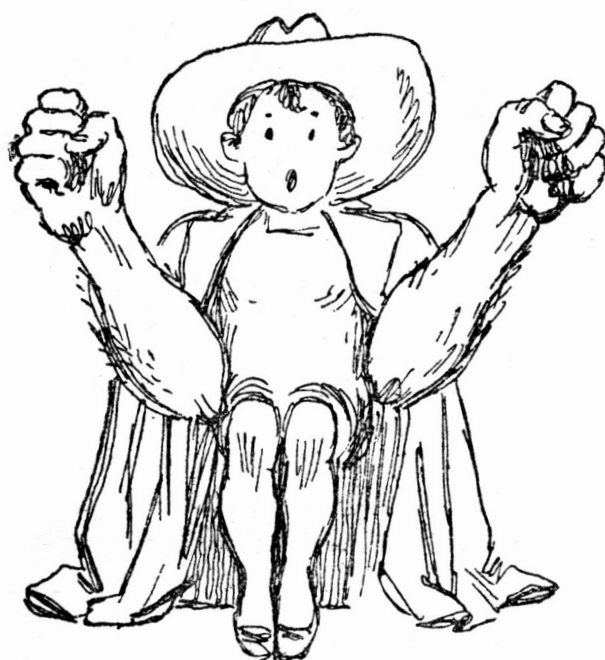
С81 Перельман Яков. Головоломки, фокусы, и развлечения. — Санкт-Петербург: СЗКЭО, 2023. — 432 с.: ил.

Сборник выдающегося отечественного популяризатора науки и автора многочисленных книг, развивающих мышление, Якова Исидоровича Перельмана (1882–1942) включает описания нескольких сотен различных фокусов, задач и головоломок, в том числе увлекательные развлечения с бумагой, монетами и другими обычными предметами. В книгу включены загадки для юных физиков, истории про числа-великаны, опыты с применением электростатики, описания оптических иллюзий, а также рассказ о методике развития памяти. Приводятся разгадки, ответы и решения. Книгу украшают рисунки из первых статей и книг Перельмана.

ISBN 978-5-9603-0946-2 (7БЦ)
ISBN 978-5-9603-0947-9 (Кожаный переплет)

© СЗКЭО, 2023

ФОКУСЫ





ЧУДО НАШЕГО ВЕКА

рассказ

Афиша

То, о чем здесь рассказывается, я поклялся когда-то никому не открывать. Я был двенадцатилетним школьником, когда мне эту тайну доверили, а слово дал я мальчику моего же возраста.

В течение многих лет клятва строго соблюдалась мною. Почему я сейчас считаю себя свободным от нее, вы узнаете из последней главы рассказа. Теперь же начну с начала.

Это «начало» вспоминается мне в виде огромной пестрой афиши на одном из многочисленных заборов моего родного города.

Я спешил из школы домой, где ожидало меня недочитанное «Путешествие к центру земли» Жюль Верна, когда увидел большую красно-зеленую афишу, возвещавшую о совершенно необычайных вещах.

Прочтите сами эту афишу, и вы поймете, как она должна была меня озадачить.

ЧУДО НАШЕГО ВЕКА! Феноменальный мальчик Феликс 12 лет.

I ОТДЕЛЕНИЕ

НЕОБЫЧАЙНАЯ ПАМЯТЬ

Феликс запоминает с одного раза 100 слов, названных публикой, и повторяет их в любом порядке по желанию присутствующих, а также называет порядковый номер каждого слова.

**Беспримерный успех в столицах и
в провинции!!!**

II ОТДЕЛЕНИЕ

ОТГАДЫВАНИЕ МЫСЛЕЙ

С завязанными глазами Феликс отгадывает задуманные вами предметы, содержимое ваших карманов, кошельков и пр. и т. п.

Представление проходит под контролем специальной комиссии, выбранной самой публикой из своей среды.

— Надувательство! — услышал я за собой самоуверенный голос.

Я обернулся: позади читал ту же афишу один из учеников нашего класса, верзила-второгодник, называвший всех нас не иначе, как «мелюзгой».

— Обман и надувательство! — повторил он. — За твои деньги тебя же и одурачат.

— Не всякий позволит себя провести, — ответил я. — Умного человека не одурачат.

— А тебя одурачат, — отрезал он, не желая понять, кого разумел я под умным человеком.

Раздраженный его презрительным тоном, я решил непременно пойти на представление, но быть настороже и глядеть в оба. Если будут одураченные, я не окажусь в их числе. Нет, человека с головой не одурачишь!

Феноменальная память

В городском театральном зале случилось мне бывать редко, и потому я не сумел выбрать себе за небольшие деньги хорошее место. Пришлось сидеть довольно далеко от сцены. Хотя глаза у меня тогда были зоркие и видел я сцену недурно, я не мог отчетливо различить лица феноменального маль-

чика, «чуда нашего века». Мне показалось, что я где-то раньше видел это лицо.

Взрослый мужчина, вышедший на сцену одновременно с мальчиком, тотчас же приступил к «сеансу мнемоники»), как выразился он, обращаясь к публике.

Приготовления были тщательные. Фокусник (так называл я его про себя) посадил мальчика на стул посреди сцены спиной к зрителям и завязал ему глаза.

Несколько человек из публики были допущены на сцену, чтобы удостовериться в отсутствии обмана.

Затем фокусник спустился со сцены, прошел между кресел в задние ряды и, держа в руках раскрытую папку с бумагой, предложил зрителям вписать туда названия задуманных предметов — каких угодно.

— Прошу запомнить порядковые номера ваших слов, — говорил он: — Феликс будет их называть. Не угодно ли вам, молодой человек, вписать несколько слов? — внезапно обратился фокусник ко мне.

Взволнованный неожиданностью, я не мог придумать, что писать.

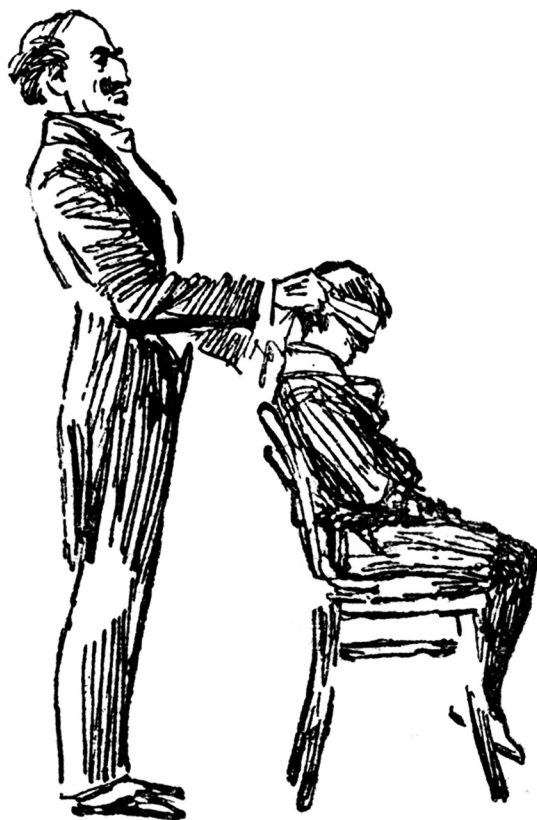
Сидевшая рядом девушка торопила:

— Пишите же, не задерживайте! Не знаете что? Ну, пишите: ножик, дождь, пожар...

Я смущенно вписал эти слова против №№ 68, 69 и 70.

— Запомните ваши номера, — сказал мне фокусник и пошел дальше по рядам кресел, пополняя список новыми словами.

— Номер сто! Достаточно, благодарю вас, — громко объявил он наконец. — Прошу внимания! Теперь я прочту список вслух один только раз, и Феликс запомнит все слова от первого до последнего так твердо, что сможет повторить их в любом порядке: с начала до конца, с конца к началу, через одно, через три, через пять, и назовет в разбивку любой номер по требованию публики. Начинаю!



Фокусник завязал мальчику глаза.



— Пишите же, не задерживайте!

— Зеркало, ружье, весы, находка, лампа, билет, извозчик, бинокль, лестница, мыло... — раздельно произносил фокусник, не вставляя ни одного замечания.

Чтение длилось недолго, но список казался мне бесконечным. Не верилось, что в нем только сотня слов.

Запомнить их, конечно, было выше сил человеческих.

— Брошка, дача, конфета, окно, папироса, снег, цепочка, ножик, дождь... — монотонно читал фокусник, не пропустив и моих слов.

Мальчик на сцене слушал, не делая никаких движений; казалось, он спал. Неужели он сможет повторить без пропусков все эти слова?

— Кресло, ножницы, люстра, сосед, звезда, занавес, апельсин. Кончено! — объявил фокусник. — Теперь прошу публику избрать контролеров. Я передам им этот список, чтобы они могли проверить ответы Феликса и сообщить всей публике, правильны ли они.

В числе трех контролеров оказался, между прочим, один из старших учеников нашей школы — толковый, рассудительный малый.

— Прошу внимания! — возгласил фокусник, когда «контрольная комиссия» получила список слов и заняла свое место в зале. — Сейчас Феликс повторит всю сотню слов от первого до последнего. Контролеров я прошу внимательно следить по списку.

Зал затих. Среди общего молчания донесся с эстрады звонкий голос Феликса:

— Зеркало, ружье, весы, находка, лампа...

Слова произносились уверенно, не спеша, но и без запинок и промедлений, словно Феликс читал их по книге.

В изумлении переводил я глаза с мальчика, сидевшего вдалеке спиной к нам, на троих контролеров, стоявших в зале на стульях. При каждом слове мальчика я ожидал их уличающего «неверно!». Но они молча уставились в список; лица их выражали лишь сосредоточенное внимание.

Феликс продолжал перечисление слов, назвал мои три слова (я не догадался вести счет с самого начала и не мог проверить, действительно ли они были на 68-м, 69-м и 70-м местах) и перечислял дальше, без перерывов, пока не произнес последнего слова: «апельсин».

— Совершенно правильно. Ни единой ошибки! — объявил публике один из контролеров, военный, артиллерист.

— Не угодно ли публике, чтобы Феликс перечислил слова в обратном порядке? Или через три слова? Через пять? От одного назначенного номера до другого?

В ответ раздался смешанный гул голосов:

— Через семь слов!.. Все четные!.. Через три, через три!.. Первую половину в обратном порядке!.. От тридцать седьмого номера до конца!.. Все нечетные!.. Все кратные шести!..

— Трудно расслышать, прошу говорить не всем сразу, — упрашивал фокусник, стараясь перекричать шум.

— От семьдесят третьего номера назад до сорок восьмого, — зычно произнес сидевший впереди меня моряк.

— Хорошо. Внимание!.. Внимание! Феликс, назови, начиная с семьдесят третьего, все слова до сорок восьмого включительно. Контролеров прошу следить за ответами.

Феликс тотчас же начал перечислять и безошибочно назвал все слова.

— Не угодно ли теперь публике потребовать, чтобы Феликс указал прямо номер какого-нибудь слова из списка? — спросил фокусник.

Я набрался храбрости и, краснея до ушей, крикнул:

— Ножик!

— Шестьдесят восемь, — тотчас же ответил Феликс.

Номер слова был указан правильно.

Посыпались вопросы из разных концов зрительного зала.

Феликс едва успевал давать ответы:

— Зонт — восемьдесят три... Конфета — пятьдесят шесть... Перчатки — сорок семь... Часы — тридцать четыре... Книга — двадцать два... Снег — пятьдесят девять...

Когда фокусник объявил, что первое отделение кончено, весь зал долго хлопал в ладоши и вызывал Феликса. Мальчик выходил, улыбался на все стороны и снова скрывался. И опять лицо его казалось мне знакомым.

Чревовещание

Кто-то хлопнул меня по плечу. Я оглянулся: возле меня стоял тот школьник, который третьего дня читал со мной афишу.

— Ну что? Надули тебя, мелюзга? Заплатил полтинник, а одурачен на рубль?

— А ты разве не одурачен? — раздраженно возразил я.

— Я-то? Ха-ха! Я ведь знал заранее, что так будет.

— Мало что знал. Все-таки одурачен.

— Нисколько. Штуки эти я хорошо знаю.

— Что знаешь? Ничего ты не знаешь.

— Весь секрет знаю. Чревовещание! — многозначительно произнес он.

— Какое чревовещание?

— Чревовещатель он, дяденька-то этот. Животом говорит. Спрашивает вслух да сам себе брюхом и отвечает. А публика воображает — Феликс. Мальчишка ни слова не говорит, сидит себе да дремлет в кресле. Так-то, мелюзга! Все эти штуки я хорошо знаю.

— погоди, как же это можно животом говорить? — в недоумении спросил я. Но он уже отвернулся и не слышал вопроса.

Войдя в соседний зал, где зрители прогуливались во время перерыва, я заметил группу людей, собравшихся возле контролеров и о чем-то оживленно беседовавших. Я остановился послушать.

— Во-первых, чревовещатели вовсе не говорят животом, как наивно полагают многие, — объяснял собравшимся артиллерист. — Это только кажется иногда, что голос чревовещателя исходит из глубины его тела. На самом деле он говорит, как и мы с вами, — ртом, языком, только не губами. Все искусство его в том, что, говоря, он не делает ни одного движения губами, не шевелит ни одним мускулом лица. Когда он произносит слова, вы можете смотреть

на него и ничего не заметите. Поднесите свечку к его рту — пламя не дрогнет: настолько слабо выдыхает он воздух. А так как при этом он еще изменяет и свой голос, то вы верите ему, будто слова доносятся откуда-то из другого места, что говорит кукла или нечто подобное. В этом весь секрет.

— Не только в этом, — вставил пожилой человек из окружающей группы. — Чрево вещатель прибегает также к разным уловкам. Он хитро направляет внимание зрителей туда, откуда будто бы доносятся звуки, и одновременно отвлекает внимание от себя самого, чтобы вернее и удобнее скрыть истинного виновника... Вероятно, прорицания древних оракулов и подобные мнимые чудеса — проделки чрево вещателей. Но скажите: разве вы думаете, что наш фокусник — чрево вещатель, и этим объясняете все представление?

— Напротив, я к тому и вел, что здесь ничего подобного быть не может. О чрево вещании зашла у нас речь мимоходом, потому что многие из публики склонны видеть в нем разгадку сеанса. Я хотел объяснить, что это совершенно несообразная догадка.

— Но почему же? Почему нет? — раздались голоса.

— Да очень просто. Ведь список слов был в наших руках: фокусник не видал его, когда Феликс перечислял слова. Как же мог фокусник — будь он хоть сто раз чрево вещатель, — как мог он сам-то запомнить все слова? Пусть мальчик ни при чем, безгласная кукла, декорация, — пусть так. Но какая же дьявольская память должна быть тогда у самого фокусника!

— Как же тогда объясняется все это? Ведь не чудо же здесь, в самом деле?

— Разумеется, не чудо. Но скажу откровенно: я теряюсь в догадках. Не могу придумать никакого объяснения...

Звонок объявил начало второго отделения, и все направились в зрительный зал.

Сверх программы

После перерыва фокусник начал делать какие-то странные приготовления. Он вынес на середину сцены стойку, состоящую из нижней доски и укрепленной в ней отвесно палки, примерно в рост человека. Пододвинув к палке стул, он знаком приказал мальчику опереться правой рукой о верхний конец палки, достал еще одну палку, поставил ее под левую руку, а под ноги — стул. Мальчик повис в воздухе, опираясь на три точки: две палки и стул.

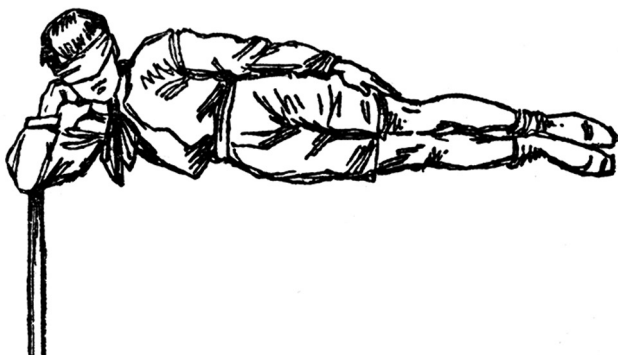
Покончив с этими непонятными для меня приготовлениями, фокусник стал делать возле лица мальчика странные движения руками, словно поглаживая его, не прикасаясь.

— Усыпляет, — произнес кто-то из сидевших сзади меня.

— Гипнотизирует! — поправила моя соседка справа.

Феликс в самом деле заснул от этих движений: закрыл глаза и висел совершенно неподвижно.

Тогда началось самое интересное и непонятное. Фокусник осторожно вынул стул из-под ног мальчика, и Феликс остался висеть. Фокусник убрал палку из-под левой руки — Феликс по-прежнему висел, хотя опирался локтем только об одну палку. Это было совершенно непостижимо!



— Гипнотический сон, — объяснила моя соседка и добавила: — Теперь с ним что угодно можно делать.

Кажется, она была права, потому что фокусник отвел тело Феликса на некоторый угол в сторону от палки и оно послушно сохраняло это наклонное положение вопреки силе тяжести. Еще поворот — и мальчик чудесным образом повис в воздухе, облокотившись о конец палки.

— Сверх программы, — сказал мой сосед слева.

— Сверх чего? — спросил я.

— Сверх программы.

— Как это он там сверх программы? Не понимаю.

— Не он сверх программы, а номер такой. Об этом в афише не объявлялось, ну, значит, сверх программы дается.

— Но на чем он держится?

— Этого уже не умею сказать. Висит как-нибудь. Отсюда не увидишь, на чем.

— Говорю вам: гипнотизм! — вмешалась соседка справа. — Что угодно с ним теперь делать можно.

— Вздор! — возразил левый сосед. — На гипнотизме не повиснешь. Какие-нибудь фокусные бечевки, прозрачные ленты, не иначе.

Но фокусник нарочно провел рукой несколько раз поверх тела Феликса, чтобы показать, что нет никаких скрытых от публики бечевек или лент. Потом таким же образом провел рукой под телом Феликса. Стало очевидно, что и внизу никаких невидимых подпорок быть не могло.

— Видите, видите! Я говорила... Просто гипнотическое состояние, — торжествовала моя соседка.

— Очень даже просто, — раздраженно ответил сосед. — Мало ли фокусники что проделывают! Все гипнотизм, скажете?

А Феликс продолжал оставаться в воздухе, словно дремал на невидимом ложе.

Фокусник завязал мальчику глаза, подошел к краю сцены и начал объяснять публике, что последует дальше.

Отгадывание мыслей

— Кто желает, может убедиться, — начал фокусник, — что Феликс, оставаясь на сцене с завязанными глазами, будет отгадывать содержимое ваших карманов, кошельков, бумажников. Это сеанс чтения мыслей!

То, что произошло дальше, было настолько изумительно и необычайно, что, действительно, походило на волшебство. Я сидел, словно очарованный.

Постараюсь передать то, что сохранилось в моей памяти.

Спустившись в зал, фокусник прошел между рядами публики и, подойдя к одному из зрителей, попросил его вынуть из кармана какую-нибудь вещь. Тот вынул портсигар.

— Прошу внимания! Феликс, можешь ли ты сказать, кто тот человек, возле которого я стою?

— Военный, — донесся до нас ответ Феликса.

— Правильно! Какую вещь он показал мне сейчас?

— Портсигар.

Даже если бы Феликс и не висел на сцене с завязанными глазами, он не мог бы видеть, что показал фокуснику военный, сидевший так далеко от него и притом в полутемном зале.

— Правильно! — продолжал фокусник. — Догадайся, что я сейчас вижу в его руке?

— Спички.

— Хорошо. Теперь что?

— Очки.

Это было верно.

Фокусник покинул военного и, неслышными шагами пройдя между рядами, остановился у кресла одной юной школьницы.

— Скажи, к кому я подошел? — спросил он, обращаясь снова к Феликсу.

— К девочке.

— Хорошо. Можешь ли сказать, что я сейчас беру из ее рук?

— Гребенку.

— Идеально! Теперь что?

— Перчатку.

— А какой человек показывает мне сейчас вещь? — спросил фокусник, неслышно перейдя к другому креслу.

— Штатский.

— Ловко. Какую вещь?

— Бумажник.

О чревовещании не могло быть и речи: многие из публики были возле фокусника и зорко следили за каждым его движением.



— Идеально... Скажи, что он мне передал?

— Газету.

Не оставалось сомнений, что говорил именно Феликс. Казалось, будто он в самом деле читал мысли фокусника. Дальше мне пришлось услышать еще более поразительные вещи.

— Догадайся, что я вынимаю из бумажника?

— Три рубля.

Это было верно.

— А можешь сказать, что теперь?

— Десять рублей.

— Ловко! Узнай, что я держу в данный момент?

— Письмо.

- Теперь к кому я подошел?
- К студенту.
- Идеально... Скажи, что он мне передал?
- Газету.
- Правильно. Попытайся отгадать, что я от него получил?
- Булавку.

В таком духе отгадывание продолжалось и далее без единой ошибки или даже заминки.

Допустить, что Феликс мог бы как-нибудь увидеть со сцены булавку в руках фокусника, было бы полной нелепостью. Но если здесь не обман, то что же это? Сверхъестественная способность? Ясновидение? Чтение мыслей? Возможно ли? Такие вопросы толпились в моей голове после представления.

Я думал об этом по дороге из театра и продолжал думать чуть не целую ночь: долго не мог заснуть, взволнованный всем виденным на этом необычном представлении.

Мальчик с верхнего этажа

Дня через два, поднимаясь по лестнице в нашу квартиру, я заметил впереди себя мальчика, недавно поселившегося со своим родственником в квартире над нами. Они жили обособленно, ни с кем не заводя знакомств, и мне ни разу до сих пор не пришлось ни словом перекинуться с мальчиком-соседом. Я не имел случая даже разглядеть хорошенько его лицо.

Мальчик не спеша шел по лестнице, неся в одной руке жестянку с керосином, в другой — корзину с овощами. Заслышав позади себя шаги, он обернулся в мою сторону и... меня так и пригвоздило к месту от изумления.

Феликс!

Так вот почему лицо мальчика на сцене показалось мне знакомым!

Молча разглядывал я его, не зная, как начать разговор, а придя в себя, стал беспорядочно сыпать слова:

— Приходи ко мне! Покажу коллекцию бабочек... дневных и ночных... с куколками... Есть электрическая машина... сам сделал... из бутылки... Вот такие искры... Приходи, увидишь...

— А лодочки стругать умеешь? С парусом? — спросил он.

— Лодочек нет. Тритоны в банке... Марки есть, целый альбом. Разные редкости: Борнео, Исландия...

Я и не думал, что так метко попаду в цель этой коллекцией марок. Феликс оказался страстным собирателем их. Глаза его загорелись, и он спустился на несколько ступеней поближе ко мне.

— У тебя есть марки? Много? — Он подошел ко мне вплотную.

— О, самые редкие: Никарагуа, Аргентина, Трансвааль, старинные финские... Приходи! Приходи сегодня же. Мы живем здесь, в этой вот квартире. Дернуть звонок. У меня своя комната. На завтра уроков почти не задано...

Так состоялось наше первое знакомство. Феликс пришел на другой день под вечер. Я тотчас же повел его в свою комнату и стал показывать достопримечательности: коллекцию из шестидесяти бабочек с куколками, которую я собирал два лета; самодельную электрическую машину из пивной бутылки — предмет моей гордости и изумления товарищей; четырех тритонов в стеклянной банке, пойманных этим летом; пушистого кота Серко, подававшего лапу, как собака; наконец альбом марок, какого не было ни у кого в классе.

Феликса интересовали только марки. В его коллекции не имелось и десятой доли того, что он нашел у меня.

Он объяснил мне, почему ему так трудно собирать марки. Покупать в магазинах — дядя денег не дает (фокусник приходился ему дядей; Феликс был круглый сирота). Обмениваться не с кем: нет знакомых. Письма почти ни от кого не приходят: ведь они не живут, как все люди, на одном месте, а беспрестанно переезжают из города в город, не имея постоянного адреса.

— А почему у тебя знакомых нет? — спросил его я.

— Как им быть? Только познакомишься с кем-нибудь, как уже в новый город едем — и знакомство прекращается. Дважды в один город приезжаем редко. Да и не любит дядя, чтобы я заводил знакомства. Я к тебе украдкой пришел: дядя не знает, его дома нет.

— Почему же не хочет дядя, чтобы у тебя знакомства были?

— Боится, чтобы я кому-нибудь не открыл секрета.

— Какого секрета?

— Да фокусов. Никто на представление ходить не станет. Что за интерес?

— Так это, значит, были фокусы?

Феликс молчал.

— Скажи, это фокусы были, что вы показывали с дядей? Да? Фокусы все-таки? — дознавался я.

Но не так-то легко было заставить Феликса говорить об этом. Он не поворачивал головы в мою сторону и молча перелистывал альбом.

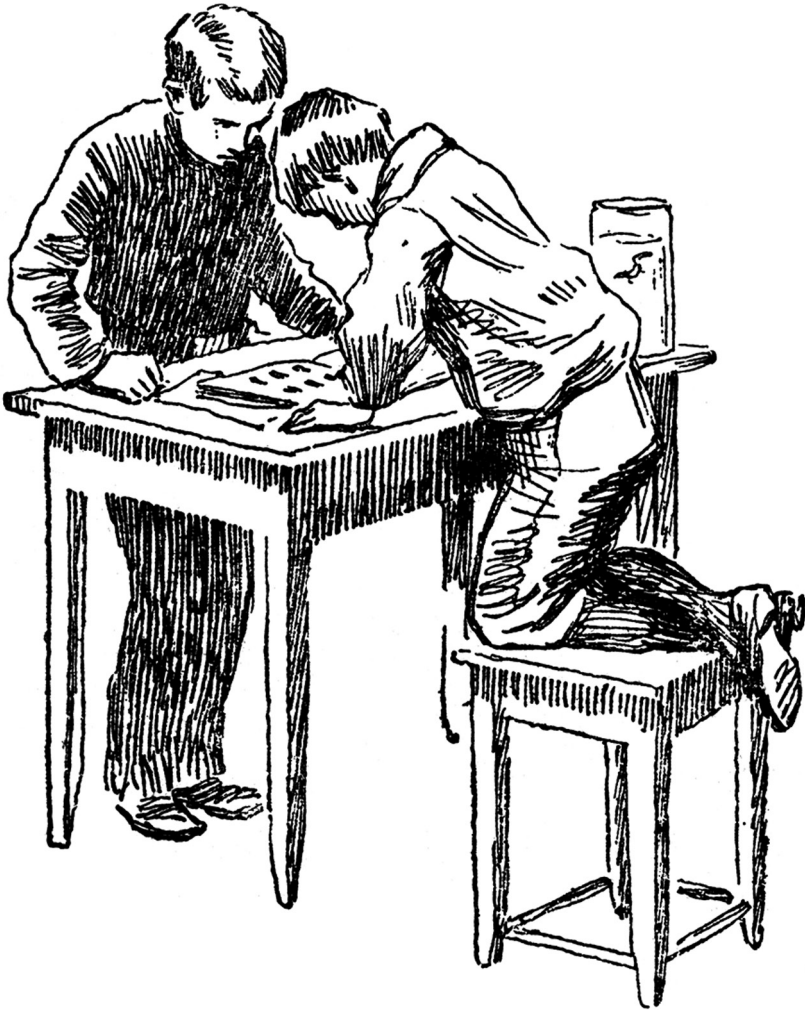
— А есть у тебя Аравия? — спросил он, наконец, разглядывая альбом марок и словно не слышав моих настойчивых вопросов.

Я понял, что добиваться от него ответа бесполезно, и занялся показыванием моих редкостей.

В тот вечер я не узнал от Феликса ничего такого, что объяснило бы мне загадку «чуда нашего века».

Секрет феноменальной памяти

И все-таки я добился своего! На другой день Феликс открыл мне секрет необычайной памяти. Не буду подробно рассказывать, как сумел я расположить его к откровенности. Пришлось расстаться с полусотней редких марок, и Феликс не устоял перед соблазном.



— Так это, значит, были фокусы?

Это было на квартире у Феликса. Я пришел, как было у нас условлено, потому что Феликс знал, что дядя уедет в соседний городок. Прежде чем открыть тайну, Феликс заставил меня долго и торжественно клясться, что я «никогда никому ни за что» не скажу о ней ни единого слова. После этого он написал на полоске бумаги табличку. С недоумением смотрел я то на бумажку, то на него, ожидая пояснений.

— Видишь ли, — начал он, таинственно понизив голос, — видишь ли, мы заменяем цифры буквами. Нуль заменяем буквой *Н*, потому что с нее начинается слово «нуль», или же буквой *М*.

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Н	Г	Д	К	Ч	П	Ш	С	В	Р
М	Ж	Т	Х	Щ	Б	Л	З	Ф	Ц

— Почему *М*?

— Созвучно с *Н*. Единицу заменяем буквой *Г* или *Ж*, потому что писанное *Г* похоже на *1*.

— Откуда же буква *Ж*?

— Часто *Г* переходит в *Ж*: бегу — бежишь.

— Понял. Буква *Д* отвечает 2, потому что «два», а *Т* созвучно с *Д*. Но почему *К* — 3?

— Состоит из трех черточек. А *Х* произносится сходно с *К*.

— Хорошо. Четыре — *Ч* или созвучное с ним *Щ*. Пять — *П* или созвучное *Б*. Шесть — *Ш*. Но почему *Л*?

— Просто так. Прямо надо запомнить: 6 — *Л*. Но зато 7 — *С* или *З*. Восемь — *В* или *Ф*. Это понятно?

— Конечно. А отчего 9 — *Р*?

— В зеркале 9 похоже на *Р*.

— А *Ц*?

— Хвостик, как у девятки.

— Таблицу запомнить нетрудно. Но к чему она?

— Погоди. В табличке одни только согласные звуки. Если соединить их с гласными — ведь гласные у нас не означают никаких цифр, — то можно составить слова, которые в то же время будут выражать числа.

— Например?

— Например, «окно» означает 30, потому что *К* — 3, *Н* — нуль.

— И всякое слово может означать число?

— Конечно.

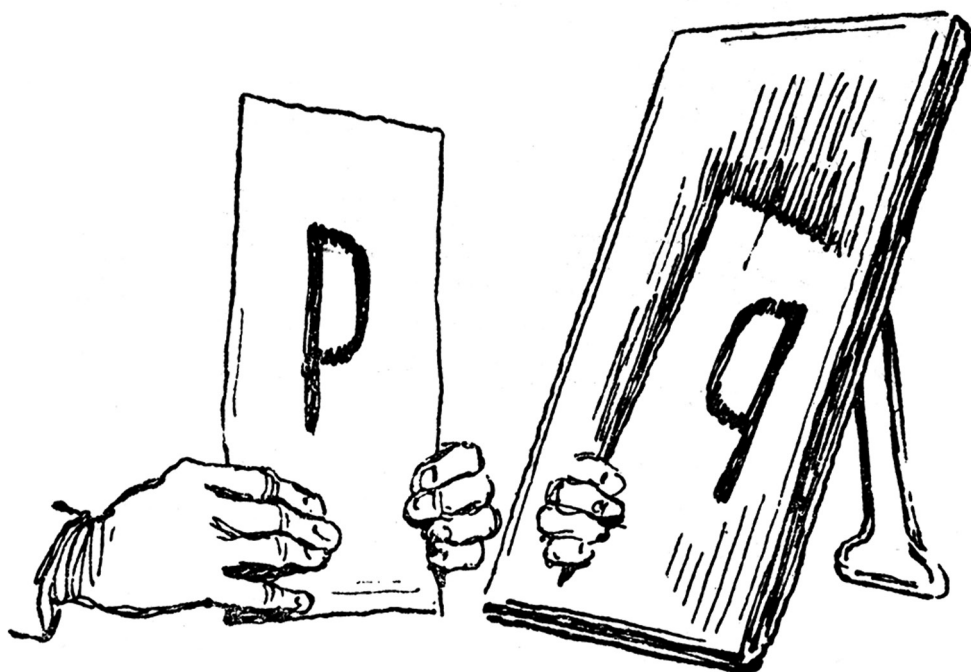
— Ну, «стол»?

— 726: *С* — 7, *Т* — 2, *Л* — 6. Ко всякому числу можно подобрать слово, хотя не всегда это легко сделать. Сколько тебе лет?

— Двенадцать.

— Ну, так это можно выразить словом «годы»: *Г* — 1, *Д* — 2.

— А если бы было 13?



— Тогда «жук»: Ж — 1, К — 3.

— А 453? — спросил я наобум.

— «Чубук».

— Занятно! Это, конечно, помогает запоминать числа. Но ты ведь повторял не числа, а названия вещей. Как же это?

— Дядя придумал счетные слова от 1 до 100. Вот первые десять:

1. Еж.

2. Яд.

3. Ока.

4. Щи.

5. Обои.

6. Шея.

7. Усы.

8. Ива.

9. Яйцо.

10. Огонь.

— Ничего не понимаю! Что за «счетные» слова? И к чему еж, зачем огонь?

— Ну, недогадливый! «Еж» — это 1, потому что Ж — 1; «яд» — 2; «Ока» — 3; «щи» — 4...

— Понял! «Обои» — 5, потому что Б — 5; «шея» — 6...

— Ну вот. Ты видишь сам, что запомнить эти слова совсем нетрудно. А держа их в голове, ты можешь уже привязать к ним любые десять слов, какие тебе прочтут.

— Как привязать? Непонятно.

— Напиши какие-нибудь десять вещей, объясню.

ЕЖ бежит по СНЕГУ



на ОКЕ раздаётся
СМЕХ



в городе едят ЩИ



на ОБОЯХ висит
картина



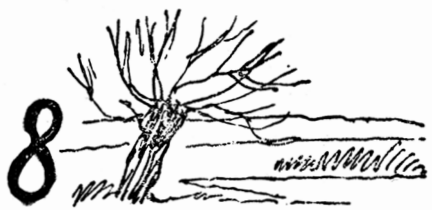
сапоги перекинуты
через ШЕЮ



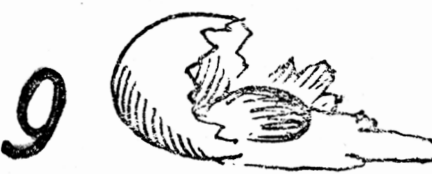
УСЫ застряли в
машине



ИВА в сажень



ЗОЛОТО как ЖЕЛТОК



ОГОНЬ причиняет
смерть



Я написал:

«Снег, ведро, смех, город, картина, сапог, машина, сажень, золото, смерть».

— Когда мне читают такой ряд слов, — сказал Феликс, — я в уме ставлю каждое из них рядом с очередным счетным словом, вот так:

- | | |
|--------------------|---------------------|
| 1. Еж — снег. | 6. Шея — сапог. |
| 2. Яд — ведро. | 7. Усы — машина. |
| 3. Ока — смех. | 8. Ива — сажень. |
| 4. Щи — город. | 9. Яйцо — золото. |
| 5. Обои — картина. | 10. Огонь — смерть. |

— При этом, — продолжал Феликс, — я говорю себе примерно такие фразы:

1. Еж бежит по снегу.
2. В ведре яд.
3. На Оке раздается смех.
4. В городе едят щи.
5. На обоях висит картина.
6. Сапоги перекинута через шею.
7. Усы завязли в машине.

— Как же усы завязли в машине? Глупо выходит.

— И пусть глупо. Глупое даже лучше запоминается. Почему «еж на снегу», «сапоги через шею»? Тоже ведь бессмыслица, а запоминается хорошо.

— Ну дальше. Как связать иву с саженью?

— Ива в сажень вышины.

— А яйцо и золото? Ничего ведь общего.

— Золото, как яичный желток, по цвету то есть.

— А огонь причиняет смерть?

— Хотя бы и так. Привязал эти слова, а теперь могу повторить весь список, припоминая по порядку, что с каждым счетным словом связано:

Еж бежит по снегу.
 Яд — в ведре.
 На Оке раздается смех.
 Щи едят в городе.

— Погоди-ка, дальше я сам попробую:

На обоях висит картина.
 Через шею перекинута сапоги.
 Усы завязли в машине дурацким образом...

— Вот видишь, помогла глупая фраза. А восьмое слово?

— Восемь: ива в сажень высоты; девять: яйцо — его желток, как золото.

А огонь — смерть.

— Теперь назови сразу пятое слово, — предложил мне Феликс.

— Погоди... Пять — обои; значит, картина.

— Попробуй перечислить те же десять слов в обратном порядке.

Я начал довольно неуверенно, но, к собственному изумлению, безошибочно назвал все слова.

— Ура! — не удержался я от радостного восклицания. — Я сам теперь могу показывать фокусы!

— Но ты дал слово...

— Помню, помню, не бойся. Однако, ведь ты повторял не десяток, а сотню слов. Как же это ты?

— Тем же самым способом. Нужно только затвердить все сто счетных слов.

— Скажи хоть второй десяток.

Феликс написал:

11 — гага.

16 — игла.

12 — гад.

17 — гусь.

13 — жук.

18 — агава.

14 — гуща.

19 — гора.

15 — губа.

20 — дом.

— Слова могут быть и другие, — пояснил Феликс. — Ты сам мог бы по-добрать. Например, два у нас раньше было не «яд», а «уда», но неудобно для связывания, и я просил дядю заменить «уду». Тогда он придумал «яд». А проще было «еда». Десять было прежде «ужин», я сам придумал вместо этого «огонь». Вот «агава» очень неудачное слово, но дядя не мог придумать пока лучше.

— Однако, запомнить сто фраз! Разве не трудно?

— Не так трудно, если часто упражняться. Я и сейчас еще помню те сто слов, которые были даны мне для запоминания на последнем представлении.

— И мои помнишь?

— Какие номера?

— 68-й, 69-й, 70-й.

— Ножик, дождь, пожар.

— Верно! Но как же ты это?

— Вот: 68 у нас «олово»; 69 — «лицо»; 70 — «сон».

Из олова не сделаешь ножика, лицо смочил дождь, во сне видел пожар.

— И долго будешь помнить?

— До следующего представления, вероятно. Дядя идет, дядя! — засуетился он в испуге, увидев в окно фигуру дяди на дворе. — Уходи скорее!

Мне удалось счастливо проскользнуть к себе, прежде чем фокусник успел дойти до лестницы.

Тайна отгадывания мыслей

Я ликовал. Половина тайны раскрыта... Один только человек из всех зрителей знает секрет фокуса, и этот единственный человек — я!

А спустя еще день я узнал и вторую половину тайны. Цена ее была велика: мой альбом марок — коллекция, которую собирал я два года, — целиком перешел к Феликсу. Впрочем, должен признаться, что в последние месяцы, увлекшись электрическими опытами и приборами, я заметно охладел к маркам и расстался с ними теперь без особого сожаления.

После новых моих клятв и уверений в строжайшем соблюдении тайны Феликс открыл мне, что у него с дядей выработан свой условный язык, на котором они разговаривают в присутствии публики, хотя никто из зрителей об этом не догадывается. Вот часть тайного словаря этого языка (см. таблицу на стр. 26).

Я не сразу понял смысл этой таблицы. Феликс объяснил мне на примере, как он и дядя пользуются ею. Предположим, женщина из публики дала дяде свой кошелек. Тогда он громко спрашивает Феликса, сидящего на сцене с завязанными глазами:

— Узнай, кто передал мне вещь?

«Узнай» по таблице означает: женщина.

И Феликс отвечает:

— Женщина.

— Ловко! — восклицает дядя. — Теперь скажи, что за вещь?

«Ловко» вместе с «теперь» согласно таблице — кошелек. Получив от Феликса правильный ответ, дядя продолжает:

— Ловко! Можешь ли сказать, что я сейчас вынул из кошелька?

— Письмо, — отвечает Феликс, помня тайный смысл сочетания слов «ловко» и «можешь».

— Ловко! Догадайся, что я теперь беру?

— Медную монету, — отвечает Феликс, потому что слово «ловко» вместе с «догадайся» означает на условном языке именно это.

— Так! Догадайся, какую? — продолжает спрашивать дядя.

— Три копейки.

— Ловко! Скажи, что я теперь получил?

— Карандаш.

















— Верно! От кого?

— От моряка.

— Молодец! Что он сейчас дал мне?

— Иностранную монету.

Дядя может совершенно спокойно говорить при публике на этом языке, сколько ему угодно. Возгласы: «ловко!», «верно!», «молодец!», слова: «можешь», «узнай», «так», «догадайся» — самые естественные выражения, ни у кого не могущие вызвать подозрений.

КОГДА ВОПРОС НАЧИНАЕТСЯ СЛОВАМИ:	ТО ЭТО ЗНАЧИТ:		ЕСЛИ ЖЕ РАНЬШЕ СКАЗАНО ЕЩЕ СЛОВО: "ЛОВКО", ТО ЭТО ЗНАЧИТ:
	ИЛИ:	ИЛИ:	
КАК, КАКОЙ	КОПЕЙКА, РУБЛЬ	ШТАТСКИЙ 	БУМАЖНИК 
ТЕПЕРЬ, ЧТО, ГДЕ	2 КОП., 2 РУБ.	СТУДЕНТ 	КОШЕЛЕК 
ТАК, ДОГАДАЙСЯ	3 КОП., 3 РУБ.	ДЕВУШКА 	МЕДНАЯ МОНЕТА 
ВЕРНО! ПОТРУДИСЬ	5 КОП., 5 РУБ.	МОРЯК 	ПЛАТОК 
МОЖЕШЬ ЛИ	10 КОП., 10 РУБ.	ВОЕННЫЙ 	ПИСЬМО 
УЗНАЙ	15 КОП.	ЖЕНЩИНА 	СЕРЕБРЯНАЯ МОНЕТА 
СКАЖИ	20 КОП.	ДЕВОЧКА 	КАРАНДАШ 
МОЛОДЕЦ! ПОПЫТАЙСЯ	ИНОСТРАН. МОНЕТА	МАЛЬЧИК 	ПАПИРОСА 

Другой ряд условных оборотов приведен в таблице на стр. 28.

Предусмотрены чуть не все предметы, какие могут оказаться в карманах у зрителей. Ничто не могло застигнуть фокусника врасплох.

Но и это еще не все. Чтобы показывать представления на дому, по приглашению кого-либо из публики, у дяди с племянником был в запасе еще один набор слов, означавших то, что указано в табличке:

Когда вопрос начинается словами:	и спрашивается о том, к чему кто-нибудь	
	приблизился	подошел
	то это означает:	
Как, какой Теперь, что, где Так! Догадайся Скажи Верно! Потрудись Можешь ли Узнай Молодец! Попытайся	к буфету к комоду к зеркалу к столу к дивану к креслу к этажерке к стулу	к двери к окну к печке к передней к гостиной к кабинету к столовой к шкафу






















Зная твердо эту табличку, дядя с племянником могут показывать удивительные вещи: Феликс с завязанными глазами угадывает, что делает тот или иной гость.

Разговор ведется примерно так:

- Теперь кто из гостей встал?
- Студент («теперь» — таблица на стр. 26).
- К какому предмету он приблизился?
- К буфету («какой», «приблизился» — табличка на стр. 27).
- *Так.* А сейчас к чему *подошел*?
- К печке.
- *Верно!* А сейчас куда *подходит*?
- К гостиной.
- И так далее.

Наконец, для отгадывания пальцев на руке и игральных карт придуман еще ряд условных фраз (см. таблицу на стр. 29). Туз, двойка, тройка, пятерка и десятка обозначались так же, как монеты в 1, 2, 3, 5 и 10 копеек, четверка — как 15 копеек, шестерка — как 20 копеек, и т. п.

Все предусмотрено и разработано до мелочей. Достаточно овладеть этим условным языком, чтобы получить возможность поражать публику самыми необычайными и разнообразными фокусами мнимого отгадывания мыслей.

КОГДА ВОПРОС НАЧИНАЕТСЯ СЛОВАМИ:	ПРАВИЛЬНО,	ОТЛИЧНО,	ХОРОШО,	ИДЕАЛЬНО,
	ТО ЭТО ОЗНАЧАЕТ:			
КАК, КАКОЙ	ПОРТСИГАР 	КОЛЬЦО 	ЧАСЫ 	ВЕЕР 
ТЕПЕРЬ, ЧТО, ГДЕ	СИГАРА 	БРОШКА 	ОЧКИ 	ПЕРЧАТКИ 
ТАК, ДОГАДАЙСЯ	СПИЧКИ 	МЕДАЛЬОН 	ПЕНСНЕ 	ШАЛЯПА 
ВЕРНО! ПОТРУДИСЬ	ЗАЖИГАЛКА 	БРЕЛОК 	МУНДШТУК 	ФУРАЖКА 
МОЖЕШЬ ЛИ	СПИЧЕЧНИЦА 	ШПИЛЬКИ 	ГРЕБЕНКА 	ТРОСТЬ 
УЗНАЙ	ПЕПЕЛЬНИЦА 	НАПЕРСТОК 	ФОТОГРАФИЯ 	КНИГА 
СКАЖИ	ИГОЛКА 	НОЖИК 	ЦВЕТОК 	ГАЗЕТА 
МОЛОДЕЦ! ПОПЫТАЙСЯ	БУЛАВКА 	ПЕРО 	ЩЕТКА 	ЖУРНАЛ 

Когда вопрос начинается словами:	и речь идет о руке,	и речь идет о картах,	
	надо отвечать:		
Как, какой.....	большой палец указательный средний безымянный мизинец	} правой руки	пики
Теперь, что, где.....			трефы
Так! Догадайся.....			бубны
Скажи.....			черви
Верно. Потрудись.....			валет
Можешь ли.....	большой палец указательный средний безымянный мизинец	} левой руки	дама
Узнай.....			король
Отгадай.....			семерка
Молодец! Попробайся....			восьмерка
Ну-с.....			девятка

Как ни просто казалось мне отгадывание теперь, когда я посвящен был в его тайну, я не мог не изумляться остроумию этой уловки. Разгадать секрет самостоятельно ни я, ни кто другой, конечно, никогда бы не могли, и мне несколько не жаль было коллекции марок, отданной за раскрытие тайны.

Но одна тайна оставалась еще не разгаданной: секрет непостижимого витания в воздухе. Как мог Феликс долго и спокойно лежать в воздухе, облокотившись о палку? Говорят, гипнотизм какой-то. Но что это такое?

Феликс в ответ на мои расспросы выдвинул ящик комода и вынул оттуда странную вещь: толстый железный прут с прикрепленными к нему кольцами и ремешками.

— Вот на чем я держался, — коротко объяснил он.

— На этой штуке? — недоумевал я.

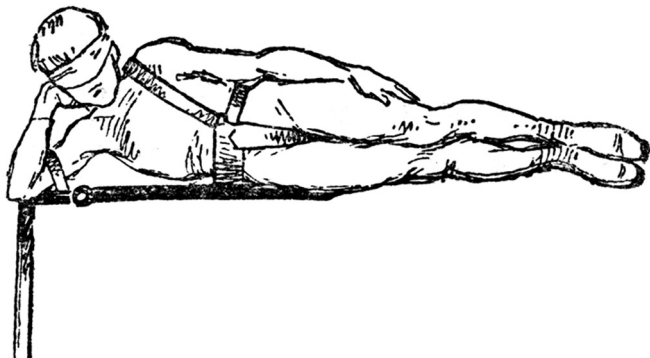
— Она была надета на меня, под платьем, конечно. Смотри, как. — Он ловко всунул ногу и руку в кольца и затянул ремень вокруг груди и пояса. — Если теперь вот этот конец всунуть в палку, то я повисну, словно в воздухе. Со стороны не видать, на чем вишу. Дядя это делает незаметно. Висеть очень удобно, никакой усталости, хоть засни, если хочешь.

— А ты разве не спал?

— На сцене? Зачем?

Просто закрываю глаза.

Я вспомнил спор моих соседей и расхохотался: так просто!



Уходя от Феликса, я сотый раз обещал ему в самых торжественных выражениях никому никогда не открывать даже частицы тех тайн, которые он мне доверил.

А на другой день я увидел из окна нашей квартиры, как Феликс с дядей сидели в пролетку, чтобы отправиться на вокзал. «Чудо нашего века» покинуло мой родной город.

Я не подозревал тогда, что вижу Феликса в последний раз. Больше мне не пришлось с ним встречаться. Я даже не слышал ничего о представлениях «чуда нашего века» в других городах.

Но я строго соблюдал клятву, данную Феликсу, и много лет никому не рассказывал секретов «феноменальной памяти» и «чтения мыслей».

Статья профессора Б.

Мне остается рассказать о том, почему я теперь считаю себя свободным от слова, когда-то данного Феликсу. Дело просто: я узнал, что секрет уже открыт и даже опубликован в журналах; скрывать тайну стало бесполезно. Феликс — не единственное «чудо нашего века», а его дядя — не единственный фокусник, прибегающий к таким уловкам. Однажды попался мне на глаза номер распространенного немецкого журнала, в котором подробно описывался способ запоминания длинных рядов слов, практикуемый странствующими фокусниками. А спустя еще немного я прочел в русском медицинском журнале статью нашего известного ученого, профессора Б., где раскрывался секрет мнимого чтения мыслей. Статья настолько поучительна, что я привожу здесь отрывки из нее¹, хотя читатели теперь не найдут в ней никаких неожиданностей.

«Весною 1916 г. в одном из летних театров стало появляться объявление о ясновидящей, отгадывающей мысли на расстоянии. Самое представление происходило при такой обстановке. Вышла на сцену девочка лет одиннадцати. Ей подставили стул, за спинку которого, стоя сзади него, она придерживалась рукой. Затем ей плотно завязали глаза большим белым платком. После этого отец ее стал ходить в рядах публики, наполнявшей обширный зал театра, и, увидав предметы в руках того или другого лица или знаки, имевшиеся на платье, или узнав путем ощупывания вещи, оказавшиеся в кармане, заставлял девочку, находившуюся на сцене, путем вопросов говорить названия этих предметов. Девочка тотчас же отвечала, называя громко и вполне безошибочно предметы и притом большею частью с поразительной быстротой.

Когда отец подошел к нашей ложе, он тотчас же спросил девочку, указывая на меня:

— Кто это?

¹ Приводимая статья не выдумана: она принадлежит академику В.М. Бехтереву и была напечатана в журнале «Русский врач» №№ 43–47 за 1917 г.

Немедленно послышался громкий ответ:

— Доктор.

— Как его имя?

Опять последовал ответ с указанием моего имени.

Я вынул из кармана книжку «Медицинский календарь» и попросил, чтоб девочка прочла в ней заголовок. За вопросом отца последовал правильный ответ:

— Календарь.

Все ответы сопровождались взрывом рукоплесканий».

Желая обстоятельнее изучить все условия опытов, профессор предложил отцу повторить сеанс не на сцене, а в другом месте, где нет публики.

«Он любезно согласился на это, — продолжает профессор, — и мы с несколькими присутствовавшими в нашей ложе лицами удалились в контору театра.

Здесь прежде всего я обратился с различными вопросами к девочке, на лице которой заметил большое смущение. На вопрос, может ли она проделывать опыты отгадывания со мною, она после некоторого размышления ответила, что должна к этому еще привыкнуть. На мой вопрос, обращенный к ее отцу, сколько времени надо ей, чтобы привыкнуть и со мной делать опыт с отгадыванием, со стороны отца последовал ответ: «Около месяца».

Нечего и говорить, что опыты с отгадыванием, которые я попробовал проделать с девочкой, оказались неудачными.

Тут же было решено проделать несколько опытов с отцом. Я поставил девочку позади стула в глубине комнаты, вблизи стены, а сам сел на стул, стоявший перед девочкой. Отец, находившийся в расстоянии нескольких аршин от противоположной стены, задавая девочке вопросы о разных вещах, ему показываемых, тотчас же получал от нее ответы. Можно было определенно удостовериться, что шевеления губ и никакого шептания со стороны отца не делалось и губы его после вопроса оставались совершенно сомкнутыми».

По окончании этих опытов ученый, не желая упускать такого благоприятного случая исследовать редкий феномен до конца, предложил отцу девочки-отгадчицы повторить опыты у него на квартире. Отец после некоторого размышления согласился. Условились о дне и часе, когда отгадчица с отцом придут на квартиру профессора для производства опытов в спокойной обстановке, при небольшом числе зрителей.

Наступил условленный день, но редкие гости не приехали. Продав напрасно, ученый в тот же вечер отправился на очередное представление, где его не явившиеся гости должны были показывать свои опыты «чтения мыслей» перед публикой.

Закончилась эта история довольно неожиданным образом. Вот как рассказывает об этом профессор:

«Уже на дворе театра меня остановил какой-то господин, ранее мне совершенно не знакомый, и отрекомендовался непрактикующим врачом, хорошо

знающим данный театр и, между прочим, отца девочки. Он заявил, что отец не мог приехать, потому что, выступая с опытами в театре, он имеет дело с публикой, среди которой интерес к такому представлению поддерживается исключительно тем, что самое явление признается загадочным; но меня, как человека науки, он не может вводить в заблуждение; если бы я был в прошлый раз во время представления в конторе театра один на один с отцом девочки, он не преминул бы открыть мне свой секрет, но так как я был с людьми из публики, то сделать ему это было нельзя.

Секрет же заключается в том, что отец имеет свой особый ключ из вопросов для разных обиходных предметов и особый ключ для азбуки и цифр, который девочка хорошо усвоила и хорошо распознает по нему, что требуется ей ответить. Все обыденные предметы, как, например, папиросница, спичечница, книжка, билет и т. п., как и обыденные имена — Николай, Александр, Владимир, Михаил и т. д., имеют отдельный ключ для легкости отгадывания. Для всех же других, менее обиходных названий служит азбучный и цифровой ключ, иначе говоря, слова вопроса содержат в себе обозначения определенных букв и цифр.

Составленный заранее ключ для обиходных предметов дает легкую возможность отгадывания: например, слово «что» обозначает часы, а «что такое» — кошелек, «что тут такое» — гребенку. Ясно, что если вопрос будет задан так: «В кармане что?», ответ будет дан: «Часы», а при вопросе: «В кармане что такое?» ответ будет: «Кошелек»; при вопросе: «Что тут такое?» ответ будет: «Гребенка». Переход с условного ключа для обиходных предметов на цифры или на азбуку, конечно, обозначается опять-таки определенным условным словом, например: «Подумай хорошенько», и отгадчица знает, что надо составлять слово по азбуке».

ПРОСТЫЕ ФОКУСЫ

1. Удивительная память

Вы уже знаете, как фокусники изумляют иногда публику необычайною памятью: запоминают длинные ряды слов, чисел и т. п. Каждый из вас тоже может удивить товарищей подобным фокусом. Вот как вы должны его выполнить.

Заготовьте 50 бумажных карточек, на которых напишите числа и буквы, показанные в таблице на стр. 34. На каждой карточке будет, таким образом, написано длинное число, а в левом углу — значок из латинской буквы или буквы с цифрой. Карточки эти раздайте товарищам и объявите им, что вы твердо помните, на какой карточке написано какое число. Пусть назовут вам только значок карточки, и вы тотчас скажете, какое число на ней написано. Вам называют, например, «E4», — и вы немедленно говорите:

— Число 10 128 224.

Так как числа очень длинные, а всех их полсотни, то искусство ваше должно, конечно, поразить присутствующих. Между тем, вы вовсе не выучили наизусть 50 длинейших чисел. Дело гораздо проще. В чем же секрет фокуса?

2. Отгадывание спичек

В детстве я был немало озадачен одним фокусом, который показал мне старший брат. Занимаясь однажды в своей комнате, я услышал в соседней громкий смех, который подстрекнул мое любопытство. Я заглянул туда. Хохотали мой брат и его товарищ, студент.

— Поди-ка сюда, мальчуган! Покажем тебе интересный фокус.

Этого мне и надо было. Брат был большой затейник.

— Гляди, — сказал брат, раскладывая по столу в беспорядке спички. — Кладу как попало десяток спичек. Сейчас я уйду из комнаты в кухню, а ты

<i>A</i> 24 020	<i>B</i> 36 030	<i>C</i> 48 040	<i>D</i> 510 050	<i>E</i> 612 060
<i>A1</i> 34 212	<i>B1</i> 46 223	<i>C1</i> 58 234	<i>D1</i> 610 245	<i>E1</i> 712 256
<i>A2</i> 44 404	<i>B2</i> 56 416	<i>C2</i> 68 428	<i>D2</i> 7 104 310	<i>E2</i> 3 124 412
<i>A3</i> 54 616	<i>B3</i> 66 609	<i>C3</i> 786 112	<i>D3</i> 8 106 215	<i>E3</i> 9 126 318
<i>A4</i> 64 828	<i>B4</i> 768 112	<i>C4</i> 888 016	<i>D4</i> 9 108 120	<i>E4</i> 10 128 224
<i>A5</i> 750 310	<i>B5</i> 870 215	<i>C5</i> 990 120	<i>D5</i> 10 110 025	<i>E5</i> 11 130 130
<i>A6</i> 852 412	<i>B6</i> 972 318	<i>C6</i> 1 092 224	<i>D6</i> 11 112 130	<i>E6</i> 12 132 036
<i>A7</i> 954 514	<i>B7</i> 1 074 421	<i>C7</i> 1 194 328	<i>D7</i> 12 114 235	<i>E7</i> 13 134 142
<i>A8</i> 1 056 616	<i>B8</i> 1 176 524	<i>C8</i> 1 296 432	<i>D8</i> 13 116 340	<i>E8</i> 14 136 248
<i>A9</i> 1 158 718	<i>B9</i> 1 278 627	<i>C9</i> 1 398 536	<i>D9</i> 14 118 445	<i>E9</i> 15 138 354

тем временем задумай какую-нибудь из спичек. Когда задумаешь, крикни мне. Я взгляну на спички и сразу покажу ту, которую ты задумал.

— А он заявит, что не та, — вмешался гость. — Нет, тут нужен контроль, без этого нельзя!

— Ну ладно, сделаем так: когда мальчуган задумает спичку, пусть покажет тебе. Будешь свидетелем.

— Это другое дело. Давайте тогда начинать.

Брат вышел. Я удостоверился, что он действительно в кухне и что в замочную скважину ничего подглядеть нельзя. Задумав спичку, я показал на нее, не дотрагиваясь, студенту и крикнул брату:

— Готово!

Не очень-то верилось мне, что брат отгадает спичку: ведь я до нее даже не дотронулся; все спички остались на своих местах, как лежали. Как тут отгадаешь?

А он отгадал! Подошел к столу и прямо указал задуманную спичку. Я нарочно старался даже не глядеть на нее, чтобы не выдать себя взглядом. Брат и не повернул ко мне глаз, а все-таки отгадал... С ума сойти!

— Хочешь еще раз?

— Ну конечно!

Повторили. Опять отгадал! Раз десять проделали опыт, и каждый раз брат без ошибки указывал прямо ту спичку, которую я задумывал.

Меня чуть не до слез довели: не терпелось узнать, в чем тут дело. Наконец, сжалились надо мною мучители, открыли секрет.

В чем он состоял, как вы думаете?

3. Отгадчик поневоле

Трудное дело — отгадать; зато не отгадать как будто очень легко. Я так думал до тех пор, пока не убедился, что бывают случаи, когда не отгадать труднее, чем отгадать. Послушайте, как я был однажды отгадчиком поневоле: и рад бы не отгадать, да не удалось — все отгадывал безошибочно!

— Хочешь отгадать монету, которую я спрячу? — спросил меня старший брат.

— А как это? Я не умею.

— Тут уметь нечего: говори, что на ум придет, вот и все искусство.

— Это-то просто. Да только я не отгадаю.

— Именно отгадаешь! Ну, начнем.

Брат спрятал в спичечный коробок какую-то монету и сунул коробок в мой карман.

— Держи у себя, — не скажешь потом, что я монету подменил. Теперь слушай: монеты бывают, ты знаешь, медные и серебряные. Выбирай.

— А почему я знаю, какие выбирать?

— Говори, что в голову придет.

— Ну, серебряные.

— Серебряные монеты бывают: полтинник, двугривенный, пятиалтынный и гривенник¹. Выбери две из них.

— Какие хочу?

— Какие хочешь.

— Выбираю двугривенный и гривенник.

— Что же у нас остается? — соображал брат вслух. — Только полтинник и пятиалтынный. Выбери из них одну монету.

¹ *Полтинник* — обиходное название монеты достоинством 50 копеек. *Двугривенный* — обиходное название монеты достоинством 20 копеек. Название «гривна» происходит от монеты — гривны, которая чеканилась со времен Киевской Руси. *Пятиалтынный* — обиходное название монеты достоинством 15 копеек. Название происходит от монеты — алтын, достоинством 3 копейки, которая чеканилась с 1654 года из меди. Название монеты «алтын» уходит корнями в татарский и тюркские языки. *Гривенник* — обиходное название монеты достоинством 10 копеек. Название монеты также происходит от монеты — гривны. (Прим. ред.)

— Пятиалтынный, — сказал я наугад.

— А теперь загляни в коробок и посмотри, что там.

Я выдвинул коробок» и — вообразите — там оказался именно пятиалтынный!

— Но как же я угадал? — приставал я к брату. — Ведь я говорил, не подумав, что приходило на ум.

— Сказано тебе, что тут уметь нечего. Вот попробуй-ка не угадать: это будет мудрено.

— Сделаем еще раз. Не может быть, чтобы я снова отгадал!

Повторили второй раз, потом третий, четвертый, и каждый раз я безошибочно отгадывал монету. Я был озадачен своим неожиданным искусством и не знал, что об этом подумать, пока брат не объяснил мне, в чем тут секрет. Он состоял... Ну, да вы, верно, уже смекнули, в чем он состоял. Если нет, загляните в отдел разгадок, в конце книги.

4. Отгадывание камней домино

Этот фокус основан на уловке, которую не всякому удастся открыть.

Вы заявляете товарищам, что будете отгадывать задуманные камни домино, находясь в соседней комнате. Для большей надежности предлагаете даже завязать вам глаза. И в самом деле: товарищи, выбрав из кучи домино какую-нибудь костяшку, спрашивают вас, что это за камень, и вы из соседней комнаты сразу даете им правильный ответ, не видя ни камня домино, ни ваших товарищей.

Как продельвается подобный фокус?

5. Другой способ отгадывания домино

Здесь уж никакой хитрости нет: это фокус арифметический, основанный на расчете.

Пусть ваш товарищ спрячет в карман какую-нибудь костяшку домино. Вы беретесь отгадать, какая это костяшка, если он правильно проделает некоторые несложные выкладки. Предположим для примера, что у него костяшка 6/3.

Велите товарищу удвоить одно из этих чисел (например 6):

$$6 \times 2 = 12.$$

К удвоенному числу велите прибавить 7:

$$12 + 7 = 19.$$

Пусть он умножит затем полученное число на 5:

$$19 \times 5 = 95.$$

К тому, что получилось, он должен прибавить другое число очков домино (т. е. 3):

$$95 + 3 = 98.$$

Этот окончательный результат он вам называет, а вы отнимаете в уме 35 и узнаете, какая костяшка была взята:

$$98 - 35 = 63, \text{ т. е. костяшка } 6/3.$$

Почему же так получается и почему надо всегда отнимать 35?

6. Третий фокус с домино

Двадцать камней домино разложите на столе парами и предложите товарищу запомнить одну из пар, не сообщая вам, какая именно пара задумана. Другой, третий и т. д. товарищи также могут задумать любые пары из лежащих на столе.

Вы беретесь отгадать все задуманные камни. Для этого вы выкладываете положенные на столе камни в четыре ряда, по пять в ряд, и предлагаете каждому из задумавших указать вам те ряды или тот ряд, где имеются задуманные камни. Затем вы немедленно извлекаете эти камни из рядов.

Как вы можете это сделать?

7. В какой руке?

Возьмите в одну руку двухкопеечную монету, в другую — трехкопеечную¹. Не показывайте и не говорите мне, в какой руке какая монета. Я отгадаю это сам, если вы проделаете следующее: утроите то, что в правой, удвоите то, что в левой, оба полученных числа сложите и скажете мне только, какова сумма: четная или нечетная. Этого мне достаточно, чтобы безошибочно решить, какая монета зажата у вас в правой руке и какая — в левой.

Пусть, например, в правой руке у вас 2 копейки, в левой — 3 копейки. Вы подсчитываете в уме:

$$(2 \times 3) + (3 \times 2) = 12$$

и говорите мне: «Сумма четная».

— В правой руке две копейки, в левой три, — тотчас отвечаю я, и всегда верно.

Как я это делаю?

8. Числовой фокус

Задумайте число.

Прибавьте 1.

Умножьте на 3.

Прибавьте снова 1.

Прибавьте задуманное число.

Скажите, что у вас получилось.

¹ Трехкопеечная монета была в обращении в Российской империи, а затем в СССР до 1991 года. (Прим. ред.)

Когда вы называете мне конечный результат всех этих выкладок, я отнимаю 4, остаток делю на 4 и получаю то, что было задумано.

Например, вы задумали число 12.

Прибавили 1 — получили 13.

Умножили на 3 — получили 39.

Прибавили 1 — у вас 40.

Прибавили задуманное число: $40 + 12 = 52$.

Когда вы называете число 52, я отнимаю от него 4, а оставшиеся 48 делю на 4. Получаю 12 — число, которое было вами задумано.

Почему же всегда так получается?

9. Отгадать число из трех цифр

Задумайте число из трех цифр. Не показывая его мне, удвойте первую цифру; остальные цифры пока отбросьте. К тому, что получилось, прибавьте 5. Полученное умножьте на 5, прибавьте вторую цифру задуманного числа и результат умножьте на 10. К вновь полученному прибавьте третью цифру и сообщите мне, что у вас получилось. Я тотчас скажу, какое число вы задумали.

Возьмем пример. Пусть вы задумали число 387.

Проделываете вы с ним следующие выкладки:

Удваиваете первую цифру: $3 \times 2 = 6$.

Прибавляете 5 : $6 + 5 = 11$.

Умножаете на 5 : $11 \times 5 = 55$.

Прибавляете вторую цифру: $55 + 8 = 63$.

Умножаете на 10 : $63 \times 10 = 630$.

Прибавляете третью цифру: $630 + 7 = 637$.

Число 637 вы сообщаете мне, и я называю число, которое вы задумали.

Как я его отгадываю?

10. Давайте отгадывать

Затею с вами, читатель, игру в отгадывание: вы будете задумывать числа, а я отгадывать. Нужды нет, что вас много тысяч и сидите вы с этой книжкой где-нибудь в тысяче километрах от меня, — все равно отгадаю, какое число у вас в уме.

Начнем.

Задумайте какую хотите цифру. Не смешивайте слов «цифра» и «число»: цифр только 10 — от нуля до девяти, чисел же бесконечное множество. Итак, задумывайте любую *цифру*. Задумали? Умножьте ее на 5; только, не ошибитесь, иначе у нас ничего не выйдет.

Умножили на 5? Хорошо. То, что у вас получилось, умножьте на 2.

Сделано? Прибавьте 7.

Теперь в том числе, какое вы получили, зачеркните первую цифру; оставьте только последнюю.

Готово? К тому, что осталось, прибавьте 4. Отнимите 3. Прибавьте 9.

Сделали все, как я просил? Ну, так я скажу вам, сколько у вас теперь получилось.

У вас получилось 17.

Разве не так?

Хотите еще раз? Давайте!

Задумали цифру? Утройте ее. То, что получилось, опять утройте. Теперь к тому числу, какое вы получили, прибавьте то, которое вы задумали.

Сделано? К полученному прибавьте 5. Зачеркните в том числе, которое вы сейчас получили, все цифры, кроме последней. Зачеркнули? Прибавьте 7. Отнимите 3. Прибавьте 6.

Сказать, какое число у вас теперь в уме?

У вас 15.

Угадал? Если не отгадал, вина ваша. Где-нибудь ошиблись в выкладках.

Хотите третий раз попробовать? Извольте.

Задумали цифру? Удвойте. Полученное снова удвойте. Вновь полученное опять удвойте. Прибавьте то, что задумали. Еще раз прибавьте то, что задумали. Прибавьте 8. Зачеркните все цифры, кроме последней. От оставшегося числа отнимите 3. Потом прибавьте 7.

У вас теперь 12.

Я мог бы угадать сколько угодно раз и всегда безошибочно. Как же я это делаю?

Вы должны подумать о том, что все здесь напечатанное я написал за несколько месяцев до появления книги и, значит, задолго до того, как вы задумали свои числа. Это доказывает, что число, которое я отгадываю, никоим образом не зависит от того, которое вами задумывается.

А все-таки: в чем секрет?

11. Таинственные карточки

Изготовьте 7 таких карточек, какие изображены на стр. 40. Напишите на них числа и сделайте вырезы в точности по указанным образцам. Одна карточка оставляется чистой; в ней тоже имеются вырезы.

Переписывая числа с карточек, надо быть очень внимательным и не ошибиться.

Когда это сделано, вручите 6 карточек с числами вашему товарищу и попросите задумать какое-нибудь из написанных на них чисел. Пусть он затем возвратит вам только те карточки, на которых имеется задуманное число.

Получив карточки, вы собираете их аккуратной стопкой, покрываете сверху чистой карточкой и складываете в уме те числа, которые видны в окошечки. То, что получится, и есть задуманное число.

Едва ли вы сами разгадаете секрет фокуса. Он основан на особом подборе чисел, значащихся в карточках. Основание этого подбора довольно за-

39	63	54	38	45	61	49	33
53	<input type="text"/>	57	48	43	41	<input type="text"/>	62
34	40	<input type="text"/>	55	42	51	59	35
60	32	44	59	<input type="text"/>	58	<input type="text"/>	58
36	48	50	56	52	47	42	37

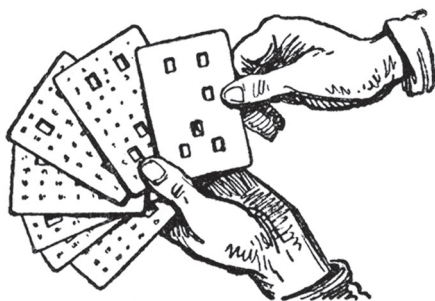
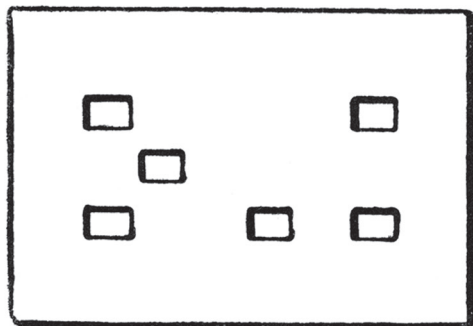
45	63	27	10	58	9	61	42
29	8	11	57	30	59	<input type="text"/>	62
13	24	<input type="text"/>	60	40	47	14	56
46	<input type="text"/>	12	44	<input type="text"/>	25	<input type="text"/>	27
43	15	41	31	26	62	12	28

33	49	27	17	21	55	61	39
3	<input type="text"/>	31	51	63	43	<input type="text"/>	13
15	7	1	19	15	23	59	41
57	<input type="text"/>	29	9	<input type="text"/>	35	<input type="text"/>	51
53	5	47	25	45	33	11	37

54	23	18	58	63	31	26	51
29	<input type="text"/>	61	50	20	27	<input type="text"/>	62
56	28	<input type="text"/>	17	59	48	21	60
31	<input type="text"/>	19	55	<input type="text"/>	30	16	53
63	49	24	57	22	52	27	25

5	47	28	53	61	13	20	52
37	<input type="text"/>	44	30	46	55	4	7
22	63	<input type="text"/>	12	62	14	60	31
23	<input type="text"/>	29	54	<input type="text"/>	15	<input type="text"/>	6
46	36	39	21	45	28	63	38

11	38	62	51	43	26	55	15
10	<input type="text"/>	63	35	31	19	<input type="text"/>	46
14	3	<input type="text"/>	59	27	7	58	18
26	<input type="text"/>	6	47	2	39	<input type="text"/>	22
54	23	50	30	35	42	11	34



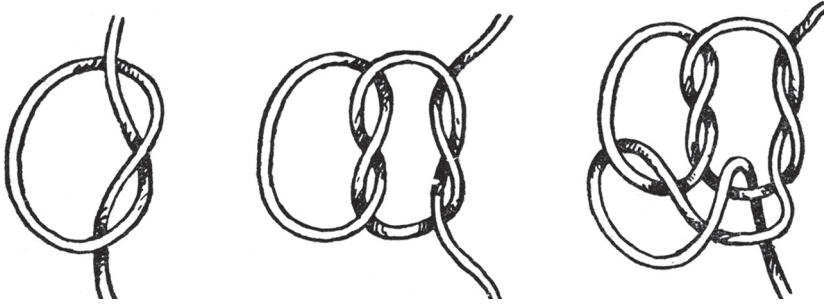
мысловато, и в этой книжке я останавливаться на нем не стану. В другой моей книге («Занимательные задачи»), предназначенной для читателей, более сведущих в математике, вы сможете найти подробное объяснение этого фокуса и его интересные видоизменения.

12. Таинственный узел

Перейдем теперь к фокусам не с числами, а с вещами.

Вот любопытный фокус, которым вы можете немало удивить ваших товарищей.

Возьмите бечевку длиной сантиметров 30 и сделайте на ней слабый (не затянутый) узел, как показано на первом рисунке. Прибавьте к этой петле вторую (см. следующий рисунок). Вы, конечно, ожидаете, что, затянув теперь бечевку, получите надежный двойной узел. Но подождите: мы усложним наш узел еще тем, что один из концов бечевки проведем через обе петли, как показано на третьем рисунке.



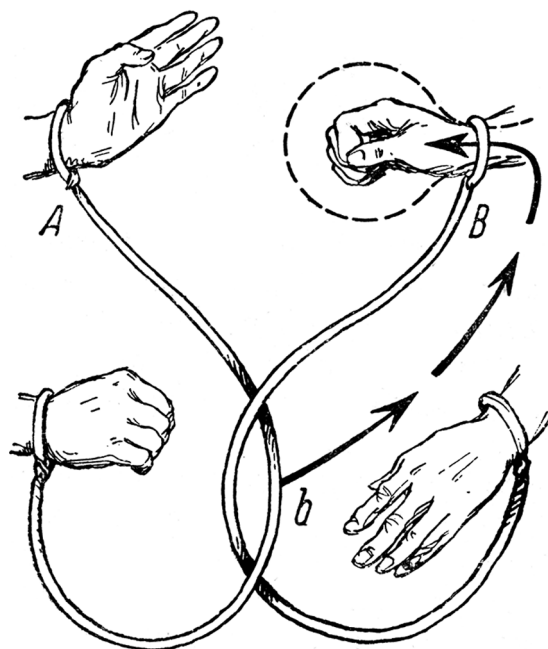
Теперь приготовления закончены; можно приступить к главной части фокуса. Держа один свободный конец бечевки, предложите товарищу потянуть за другой. Получите то, чего не ожидали ни вы, ни он: вместо сложного, запутанного узла, окажется гладкая бечевка! Узел куда-то исчезнет.

Этот интересный фокус удастся вам только в том случае, если третью петлю вы сделаете в точности так, как показано на нашем рисунке. Лишь тогда все узлы распутаются при натяжении бечевки сами собой. Всмотритесь же в чертеж внимательно, если желаете, чтобы фокус прошел гладко.

13. Освобождение

Свяжите двух ваших товарищей — *A* и *B* — так, как показано на рисунке: бечевки охватывают запястья обеих рук каждого и перекрещиваются так, что разойтись нет возможности. Однако, это только кажется. Существует способ разнять пленников, не разрезая бечевки. В чем он состоит?

Вот в чем. Бечевку, связывающую руки товарища *A*, берут в точке, обозначенной на рисунке буквой *b*, и продевают через кольцо, охватывая руку *B*, в том направлении, которое обозначено стрелкой. Когда протянута доста-



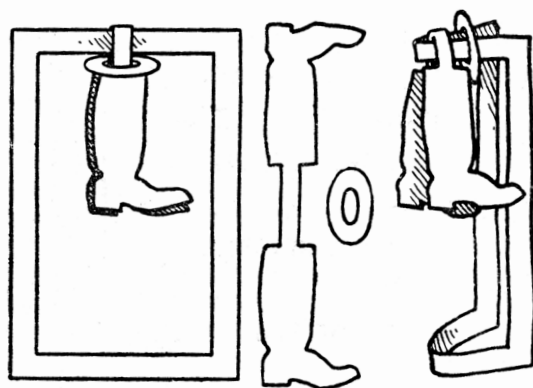
точная часть бечевки, в образовавшуюся петлю просовывают руку *B* и тянут бечевку *A*: товарищи разъединяются.

14. Пара сапог

Вырежьте из плотной бумаги рамку, пару сапог и овальное кольцо такой формы и сравнительных размеров, какие показаны на рисунке. Отверстие овального кольца одних размеров с шириной рамки, но уже, чем голенища сапог. Поэтому если вам предложить надеть сапоги на рамку так, чтобы они висели, как показано на рисунке, то вы, вероятно, сочтете это совершенно неисполнимым делом.

Однако, это вполне возможно исполнить, если догадаться, как приняться за дело.

Вот разгадка. Рамку сгибают вдоль пополам так, что одна половина покрывает другую. Сложенные концы продевают через овальное кольцо. Затем между сложенными концами продевают распрямленную фигуру сапог, снова сгибают их, придвигают к перегибу рамки



и надвигают на них овальное кольцо, как требуется задачей.

Теперь остается только вновь расправить рамку, и задача решена.

15. Пробки на кольце

На кольце из плотной бумаги висят на короткой бечевке две пробки с надетым поверх них проволоочным колечком.

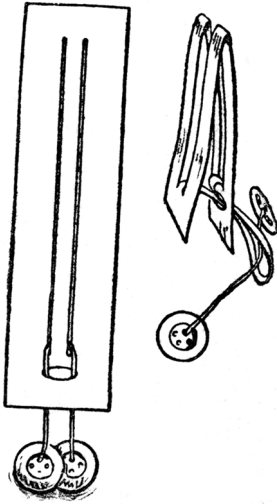
Требуется снять пробки с бумажного кольца. Как это сделать?

Это кажется очень хитрым делом, но если вы справились с предыдущей задачей, то без труда одолеете и эту.

Разгадка такова: надо согнуть бумажное кольцо, снять проволоочное колечко, сдвинув его к свободному концу; тогда освободить пробки не составит уже никакого труда.

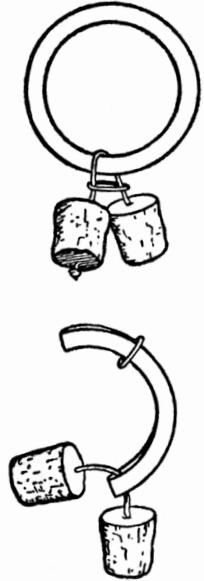
16. Две пуговицы

В листке плотной бумаги сделайте рядом два прореза, как показано на рисунке, а под ними круглое отверстие, чуть шире расстояния между прорезами. Проденьте через отверстие и прорезы бечевку, к концам которой привяжите по пуговице таких размеров, чтобы они не проходили через отверстие.



Можете ли вы освободить пуговицы (разумеется, не развязывая бечевку)?

Разгадка в следующем. Перегните бумажный листок так, чтобы верхний и нижний концы узкой полоски между прорезами покрыли друг друга. Затем проденьте эту полоску бумаги через круглое отверстие и выньте пуговицы сквозь образовавшуюся петлю. Дело сделано. Расправив листок, вы получите его отдельно от обеих пуговиц.

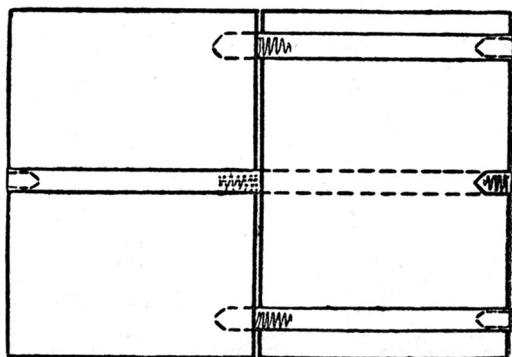


17. «Волшебный» бумажник

Вырежьте из папки два прямоугольника размером с записную книжку, например 7 сантиметров длины и 5 сантиметров ширины. Запаситесь затем тремя обрезками лент (можно в крайнем случае обойтись и бумажными полосками). Две из них на сантиметр длиннее ширины прямоугольников, а третья на сантиметр длиннее удвоенной ширины прямоугольников.

Все ленты приклейте к палке таким образом, как показано на рисунке; при этом одни концы коротких лент подгибают под правую картонку и там приклеивают, другие концы приклеивают к задней стороне левого прямоугольника. Концы длинной ленты приклеивают снаружи правого прямоугольника, пропускают ленту под ним, затем снаружи левого прямоугольника и конец ее приклеивают под этой картонкой.

Приготовления окончены, «волшебный» бумажник готов. Вы можете с помощью его показывать удивительный фокус, заслуживающий названия «живая бумажка» или что-нибудь в этом роде. Берете кусок бумаги, на котором ваш товарищ ставит свою подпись, чтобы вы не могли его подменить. Эту бумажку подсовываете под обе ленты. Закрываете бумажник, вновь от-



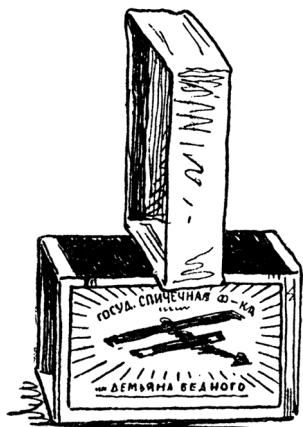
крываєте, и что же? Бумажка сама выползла из-под обеих лент и забралась под одиночную ленту на противоположной стороне бумажника!

Весь секрет в том, что, закрыв бумажник, вы открыли его с противоположного конца. Очень просто, но догадаться об этом непосвященному человеку трудно.

18. Крепкий коробок

Если со всего размаха ударить кулаком по пустому спичечному коробку, что с ним сделается? Ничего хорошего, скажете, — сломается.

Не будем спешить с ответом, а проделаем опыт. Поместите обе части пустого коробка одну на другую, как показано на рисунке. Затем сильно ударьте кулаком по этому сооружению.



Кто никогда не делал подобного опыта, будет убежден, что коробок, конечно, раздавится. Однако, на деле выйдет не то: обе части коробка отлетят далеко в стороны, но, подняв их, вы убедитесь, что они целехоньки.

Дело в том, что коробок сильно пружинит и это его спасает: его части сгибаются, но не ломаются.

Вы знаете уже два десятка легко выполнимых фокусов, из которых можете составить целое представление. Пополним этот подбор еще несколькими простенькими фокусами и опытами, которыми при случае можете занять ребят помоложе.

19. Из трех — четыре

Положите на стол три спички и предложите товарищу, не прибавляя ни одной спички, сделать из этих трех — четыре.

Ломать спички нельзя. Разрешается только ломать голову.

Едва ли товарищ догадается, в чем состоит неожиданное решение этой задачи. В чем же?

20. Три да два — восемь

Если вы знаете, как решается предыдущая задача, то одолеете и такую: на столе лежат три спички; прибавьте к ним еще две и получите... восемь.

21. Десять кусков сахару

На чайном столе стоят три пустых чашки. Выньте из сахарницы 10 кусков сахару и предложите присутствующим разложить их по трем чашкам так, чтобы в каждой из них было нечетное число кусков.

Вам ответят, что это совершенно невозможно сделать: не существует таких трех нечетных чисел, которые взятые вместе были бы равны десяти.

Однако, с помощью маленькой хитрости вы сделаете то, что требуется. А именно: в первую чашку положите 5 кусков сахару, во вторую — 3 куска, в третью — остальные 2 куска. Затем вторую чашку вставьте в третью.

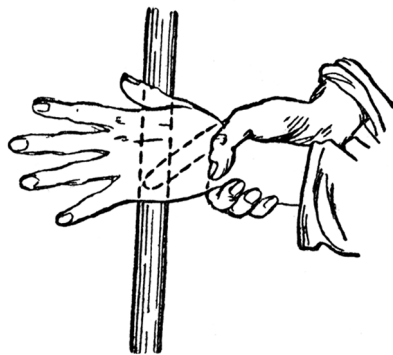
Что же у вас получилось? Первая чашка содержит 5 кусков — число нечетное; вторая — 3 куска, число нечетное. А третья чашка содержит те 2 куска, которые в нее положены, да еще те 3 куска, которые лежат во вставленной в нее чашке; значит, она содержит нечетное число кусков — 5.



22. Фокус с палочкой

Сожмите левой рукой палочку или линейку и охватите запястье этой руки пальцами правой. Затем раскройте пальцы левой руки, прижимая в то же время линейку к ладони концом указательного пальца правой, как показано на рисунке.

Если это сделать ловко, то, глядя со стороны, будет казаться, что линейка позади руки держится каким-то непонятным образом. Не всякий догадается, что ее попросту придерживают пальцем.



23. Карлик и великан

Вы можете озадачить и развеселить ваших товарищей помоложе, показав им карлика, который будет с ними разговаривать, двигать руками, словом, во всем походить на живого. Это «чудо» изображено на левом рисунке.

А на правом рисунке раскрыт секрет чуда. Карлик, оказывается, составной: голова и руки — ваши, ноги же не настоящие — их заменяют пустые сапоги. Костюм скрывает эту нехитрую уловку.



Сходным образом можете вы изобразить и великана; как это сделать, легко понять из рисунка.

Очень забавен также другой фокус такого же рода: карлик с исполинскими руками (на самом деле принадлежащими спрятанному позади рослому мужчине, как показано на рисунке).

24. Рука и нога

Предлагаю задачу, которая кажется с первого взгляда очень легкой: попробуйте правой рукой и правой ногой одновременно описывать круги в *противоположном направлении*.

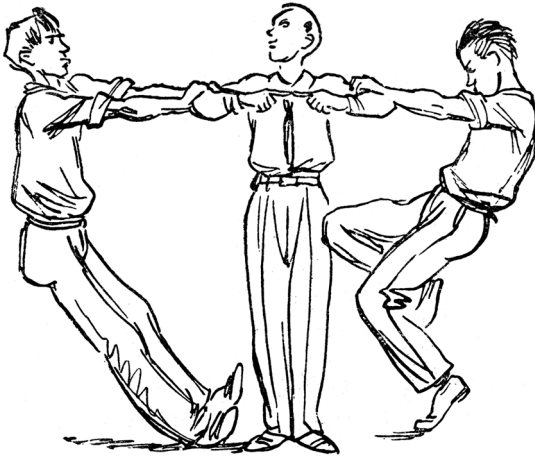
Если попытаетесь это сделать, вы убедитесь, что руки и ноги не так послушны вам, как вы думаете.

25. Правая и левая рука

Вот другая задача в том же роде: левой рукой похлопывайте себя по левой части груди, а правой в то же время поглаживайте себя сверху вниз по груди справа. Дело гораздо труднее, чем кажется: требуется долгое упражнение, чтобы выполнить его успешно.

26. Не так просто

Приставьте указательные пальцы ваших рук друг к другу, как показано на рисунке, и предложите товарищу разнять эти пальцы, ухватив вас за локти. Не правда ли, очень легкое дело? А между тем товарищ ваш не справится с этой задачей, даже если он сильнее вас. Без большого напряжения вы смо-



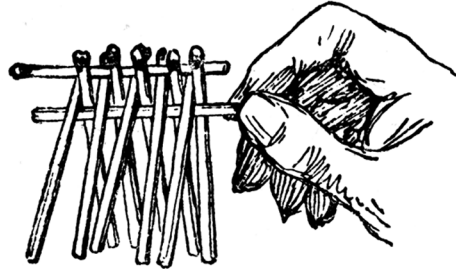
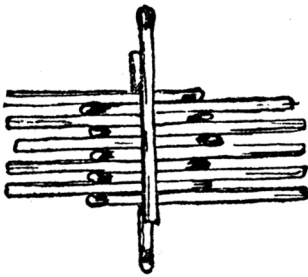
жете противостоять усилиям даже двоих товарищей.

В цирке опыт этот обставляется еще эффектнее: руки артиста растягивают две лошади, усердно нахлестываемые погонщиками. Забавно видеть, как бессильны оказываются они разнять руки спокойно стоящего человека.

27. Одиннадцать спичек на одной

Сложите из дюжины спичек сооружение, изображенное здесь на рисунке, и затем постарайтесь поднять всю эту кучу спичек за выступающий конец нижней спички. Если вы достаточно ловки, это удастся. Видите, как при известной сноровке и изобретательности одной спичкой можно поднять одиннадцать.

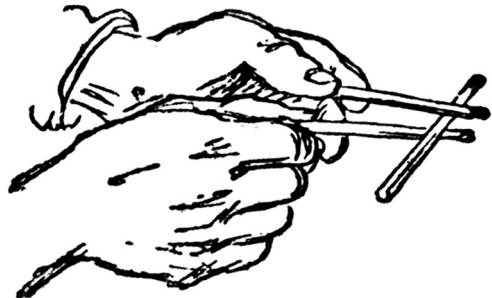
Опыт может и не сразу удался, но надо вооружиться терпением и повторить его несколько раз.



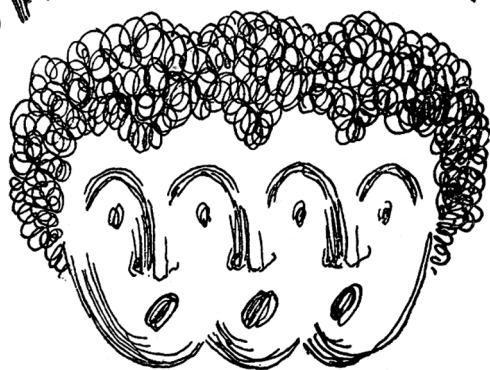
28. Легко ли сделать?

Как вы думаете, легко ли сделать то, что изображено на этом рисунке: поднять двумя спичками третью за ее кончик?

Как будто легко, не правда ли? Но попробуйте это выполнить, и вы убедитесь, что для этого требуются большая сноровка и терпение: спичка будет у вас перекидываться при малейшем движении мускулов.



РАЗВЛЕЧЕНИЯ



КОМНАТНЫЕ ИГРЫ

29. Морской бой

Каждый из двух играющих в эту игру расчерчивает для себя на клетчатой бумаге два квадрата размером 10×10 клеток.

Вдоль краев квадратов расставляются буквы и цифры для обозначения клеток, как на шахматной доске. Например, $d3$ означает клетку, лежащую на пересечении рядов d и 3 (см. след. стр.).

На левом квадрате вы размещаете ваши военные корабли: двухклеточный, трехклеточный, четырехклеточный и пятиклеточный; кроме того, в составе эскадры имеется еще госпитальное судно — четырехклеточный корабль, отмеченный продольной штриховкой. Расположение кораблей составляет вашу военную тайну; вы оберегаете ее от глаз противника; он отвечает вам тем же. Назначение второго квадрата станет ясно из дальнейшего.

С самого начала вы должны позаботиться о том, чтобы обозначение клеток буквами и цифрами у вас было совершенно такое же, как и у вашего партнера, иначе неизбежны недоразумения, которые сорвут игру. Но расположение кораблей у вас, разумеется, разное.

Итак, обе эскадры вышли в море незаметно друг для друга. Сейчас начнется взаимное нащупывание артиллерийским огнем. Вы даёте наугад три выстрела по расположению неприятеля; это выражается в том, что вы объявляете противнику поражаемые клетки, например: $v5$, $z2$, $u9$.

При этом вы отмечаете себе для памяти на *правом* квадрате пораженные клетки, обозначая их цифрой 1 (номер залпа). Противник также отмечает у себя пораженные клетки, но не на правом, а на *левом* квадрате, где обозначены его корабли. Если вы не заделали ни одного неприятельского корабля, партнер объявляет вам после третьего выстрела:

— Попаданий нет.

а	б	в	г	д	е	ж	з	и	к		а	б	в	г	д	е	ж	з	и	к
										1										
										2								1		
										3										
										4										
										5			1							
										6										
										7										
										8										
										9									1	
										10										

Если же вам посчастливилось задеть какой-либо корабль (или два, или даже три), противник обязан после третьего выстрела уведомить вас об этом в такой форме:

— Попал в трехклеточный корабль.

Или:

— Попал в двухклеточный и в пятиклеточный.

Или:

— Попал в госпиталь.

В последнем случае вы несете наказание (по Красному Кресту и Полу-месяцу стрелять нельзя): вы должны пропустить свою ближайшую очередь стрельбы.

Допустим, что первым залпом вы попали в трехклеточный корабль; об этом важном успехе вы делаете пометку на вашем листке, ставя рядом с римской цифрой III (обозначение пораженного корабля) арабскую единицу (номер залпа).

Теперь очередь стрелять за вашим партнером. Он также дает вслепую три выстрела, например: *гб, е4, к8*.

Пораженные клетки вы отмечаете на вашем левом квадрате цифрой 1 (*первый* залп противника) и объявляете противнику после третьего выстрела:

— Попал в трехклеточный.

Однако, вы не говорите ему, который именно из трех выстрелов залпа оказался таким метким.

Противник пометает у себя пораженные клетки, и очередь стрелять переходит к вам.

Вы имеете право дать залп из трех выстрелов. Но теперь вы стреляете уже не наудачу. Ведь один из выстрелов первого вашего залпа попал в корабль противника. Вы стремитесь добить задетый корабль и посылаете выстрелы так,

чтобы поразить клетки, соседние с теми, которые обозначены у вас на правом квадрате цифрой 1. Иногда удастся таким образом очень скоро нащупать расположение судов противника, иногда же его эскадра долго ускользает от вас.

Клетки, куда направлены были выстрелы вашего второго залпа, вы обозначаете на правом квадрате цифрой 2 (ваш *второй* залп), и тогда приходит очередь стрелять партнеру.

Так, стреляя по очереди залпами, играющие стараются поразить все клетки эскадры противника, топя один неприятельский корабль за другим. Кто первый теряет все четыре своих корабля, тот проигрывает.

Правила игры:

1. Эскадры стреляют по очереди залпами. Пока эскадра получила менее пяти повреждений, она стреляет залпами из трех выстрелов. После пятого повреждения эскадра дает залпы из двух выстрелов; после десятого повреждения — стреляет одиночными выстрелами.

2. Эскадра, повредившая госпитальное судно, наказывается пропуском ближайшей очереди (т. е., эскадра противника дает два залпа подряд).

3. Каждая эскадра может сделать не более шестидесяти выстрелов.

Если после шестидесяти выстрелов эскадра не потопила неприятеля, она лишается права стрелять.

30. Арифметическое путешествие

В этой игре может участвовать несколько человек. Вам надо изготовить для нее:

- 1) игральную доску (из картона),
- 2) кубик (из дерева),
- 3) несколько фишек по числу играющих.

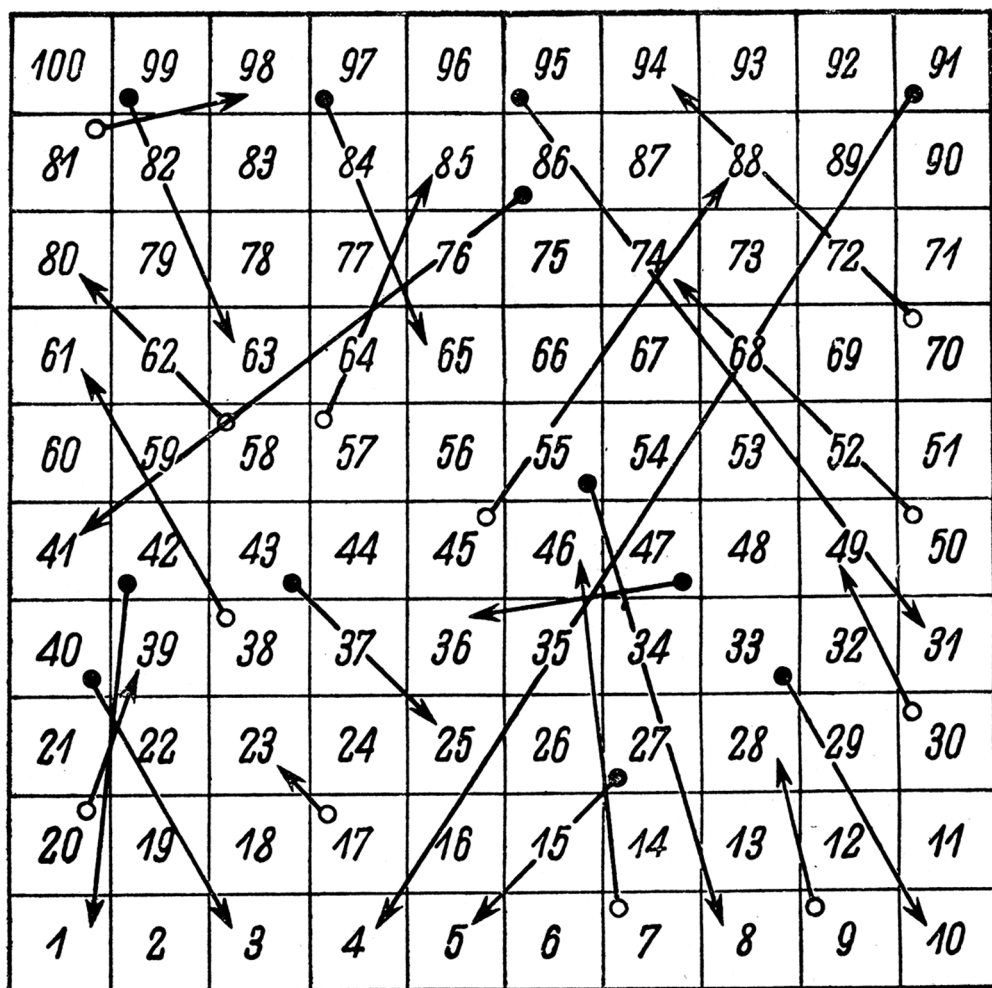
Доску вырезают в виде квадрата из листа картона, желательно большого размера. Квадрат надо разграфить на 10×10 клеток. В клетках расставляют числа от 1 до 100, как показано на нашем уменьшенном рисунке (см. следующую стр.).

Кубик, примерно в сантиметр высоты, отпиливают от квадратного брусочка; грани сглаживают шкуркой и обозначают цифрами от 1 до 6 (лучше обозначать эти числа точками, как на камнях домино).

Фишками могут служить разноцветные кружочки, квадратики или что-нибудь другое.

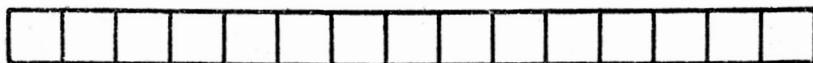
Игру начинают с того, что участники, взяв по фишке, поочередно бросают кубик. У кого выпадет 6 очков, тот начинает свое продвижение по клеткам доски, поместив фишку на клетку 6. В следующее свое бросание он продвигает фишку вперед на столько клеток, сколько у него выпало очков. Очутившись на клетке, откуда начинается стрелка, фишка должна идти по стрелке до конца, иной раз вперед, а иной раз и назад.

Кто первый дойдет до сотой клетки, тот считается выигравшим.



31. На узкой дорожке

На листе бумаги начертите узкую дорожку из 15 квадратов.



Дорожку надо закрасить.

Для игры вам нужна еще игральная кость: кубик с цифрами от 1 до 6 на его гранях. И, наконец, понадобятся две фишки или шашки (можно также взять две монеты или пуговицы).

Правила игры несложны. Играют двое. Каждый помещает свою фишку на крайнее поле дорожки. Затем бросают по очереди кубик; у кого выпадет больше очков, тот начинает игру. Каждый партнер передвигает свою фишку

на столько полей вперед, сколько у него выпало очков, — но не в праве переступать за поле, занятое противником. Если выпало больше очков, чем остается доступных полей, игрок должен отступить назад на избыточное число полей. Фишки оказываются благодаря этому то посредине дорожки, то у самых краев. Игра кончается, когда один из партнеров вынужден вовсе покинуть дорожку. Кто остается, тот выигрывает.

32. Игра в 11

В эту игру играют двое. Кладут на стол 11 спичек (или семечек и т. п.). Первый игрок берет из них 1, 2 или 3 спички, сколько пожелает. Затем второй берет тоже 1, 2 или 3 спички, по своему желанию. Потом опять берет первый и т. д. Брать больше трех спичек сразу нельзя. Кто возьмет последнюю спичку, тот проигрывает.

Как должны вы играть, чтобы наверное выиграть?

33. Какие слова?

В игре может участвовать много играющих. Кто-нибудь задумывает имя существительное (нарицательное, несобственное). В задуманном слове он переставляет буквы, чтобы изменить его по возможности больше, и в таком виде предлагает его остальным участникам игры для отгадывания. Например, если задумано слово «арбуз», то после перестановки букв получают «заруб» или «бурза». По этому «зарубу» или «бурзе» остальные участники игры должны отгадать задуманное слово. Кто отгадает первый, тот получает одно очко и сам становится загадчиком. Игра кончается, когда кто-нибудь из играющих наберет 10 очков. Он и считается победителем в состязании.

Дадим несколько примеров. Отгадайте задуманное слово по сочетанию «аталоп». Это нетрудно: «лопата».

Но вот сочетания потруднее:

сарипота
рулжан
некосир
анорид
тремасинт
куринос
упечах

За этими диковинными сочетаниями скрываются весьма обыкновенные слова:

папирота
журнал
керосин
родина

*сантиметр
рисунок
чепуха*

Чем меньше в слове повторяющихся букв, тем труднее его отгадать. Слова «атаман» или «татарин», например, легче отгадать, чем «апельсин»: из «атамана» можно составить только сочетания вроде «анамат», «аманат», «натама», по которым нетрудно отгадать первоначальное слово, а из «апельсина» можно произвести: «слипанье» и другие замысловатые сочетания, в которых первоначальное слово спрятано гораздо надежнее.

Чтобы испытать вашу находчивость по этой части, попробуйте отгадать десяток слов:

*портки
ловаги
вригодан
носцел
кечелов
виночудак
сляратюк
цинемаль
клавесорт
зучитсобак*

34. Составление слов

Эта игра имеет некоторое сходство с сейчас описанной и также может занять целую группу играющих. Выбирают какое-нибудь длинное слово и устраивают состязание: кто больше составит имен существительных из букв этого слова.

Пусть, например, избрано слово

электростанция

Из букв, входящих в его состав, группируя их по две, по три и т. д., можно составить длинный список существительных. На одну лишь букву «а» можно составить дюжину существительных:

<i>аист</i>	<i>актер</i>	<i>анис</i>
<i>аконит</i>	<i>акцент</i>	<i>ар</i>
<i>акр</i>	<i>акционер</i>	<i>арка</i>
<i>акт</i>	<i>акция</i>	<i>атлет</i>

На букву «к»:

<i>катер</i>	<i>клен</i>	<i>коса</i>
<i>керосин</i>	<i>клин</i>	<i>кот</i>
<i>кета</i>	<i>кол</i>	<i>кран</i>

<i>кило</i>	<i>кисет</i>	<i>кит</i>
<i>кон</i>	<i>кора</i>	<i>коран</i>
<i>крест</i>	<i>крона</i>	<i>крот</i>

На букву «л»:

<i>лак</i>	<i>лен</i>	<i>лист</i>
<i>ларек</i>	<i>лента</i>	<i>лицо</i>
<i>лекция</i>	<i>лес</i>	<i>лот</i>
<i>лектор</i>	<i>лето</i>	<i>лоск</i>
<i>лира</i>	<i>литр</i>	
<i>лик</i>	<i>лиса</i>	

Всех существительных можно составить из букв слова «электростанция» около 150.

Что касается имен собственных, то от желания самих играющих зависит условиться: составлять лишь одни нарицательные имена или допускать также и собственные.

Конечно, далеко не всегда имеется такой обширный список существительных, как в случае слова «электростанция». В начале игры, пока участники еще не тренировались в ней, лучше выбирать не такое длинное слово, например «трактор», «ледокол» и т. п., а затем, приобретя известный навык, обращаться к длинным словам: «перерегистрация»), «корреспонденция», «тарификация» и т. п.

35. Словесная цепь

Играет несколько участников. Начинающий игру называет вслух какое-нибудь существительное. Его сосед должен тотчас назвать другое существительное, начинающееся с той буквы, какой предыдущее слово кончалось. Следующий по очереди называет третье существительное, начинающееся буквой, какой кончалось второе, и т. д. Кто затруднится назвать подходящее слово, тот выбывает из игры. Последний оставшийся считается победителем.

Пусть игра началась со слова «арбуз». Тогда за ним может последовать такая, например, цепь слов:

<i>арбуз</i>	<i>аист</i>	<i>ларек</i>
<i>зубр</i>	<i>турок</i>	<i>короб</i>
<i>роща</i>	<i>краска</i>	<i>бекас</i>
<i>амбар</i>	<i>апельсин</i>	<i>соболь</i>
<i>рамка</i>	<i>нос</i>	<i>лебедь</i>
<i>алмаз</i>	<i>солнце</i>	<i>дерево</i>
<i>зебра</i>	<i>ель</i>	<i>окно</i>

облако
овца
абрикос

сено
образ
зверь

рапорт
топор
рис и т. д.

Повторять уже произнесенные слова запрещается. Если слово кончается мягким знаком или буквою «й», то следующее слово должно начинаться предпоследней буквой («ель» — «ларек», «сарай» — «алмаз»). Допускать ли имена собственные, зависит от условия, заранее поставленного играющими.

36. Новые загадки

Любителям разгадывать загадки предлагается десяток новых:

I

Лег усатый, встал горбатый.

II

Слева направо — на ногах стоит, справа налево — без ног бежит.

III

В нее льется, из нее льется, сама по земле плетется.

IV

Шкаф большой, дверцы маленькие; кладут белое, вынимают черное.

V

С неба пришел, в землю ушел.

VI

Когда лошадей покупают, какие они бывают?

VII¹

Как ни машет крыльями,
Небось, не полетит.

VIII

Он смирен до поры.
Летит — молчит, лежит — молчит;
Когда умрет, тогда ревет.

IX

Собачка верная:
Не лает, не кусает,
А в дом не пускает.

X

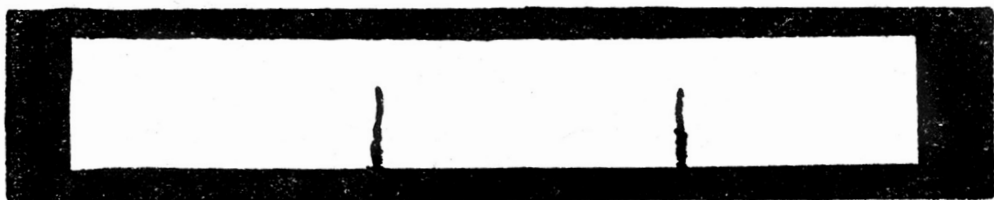
Он подо мною, а я под ним. Кто мы?

¹ Загадки VII, VIII и IX взяты из стихотворений Н.А. Некрасова. Они, конечно, не новы, но, вероятно, не все заметили их при чтении произведений поэта.

РАЗВЛЕЧЕНИЯ С БУМАГОЙ И НОЖНИЦАМИ

37. Надорванная полоска

Полоска бумаги с ладонь длиной и в палец шириной может представить материал для забавной задачи. Надрежьте или надорвите полоску в двух местах (см. рисунок) и спросите товарища, что сделается с нею, если тянуть ее за концы в разные стороны.



— Разорвется в местах, где надорвано, — ответит он.

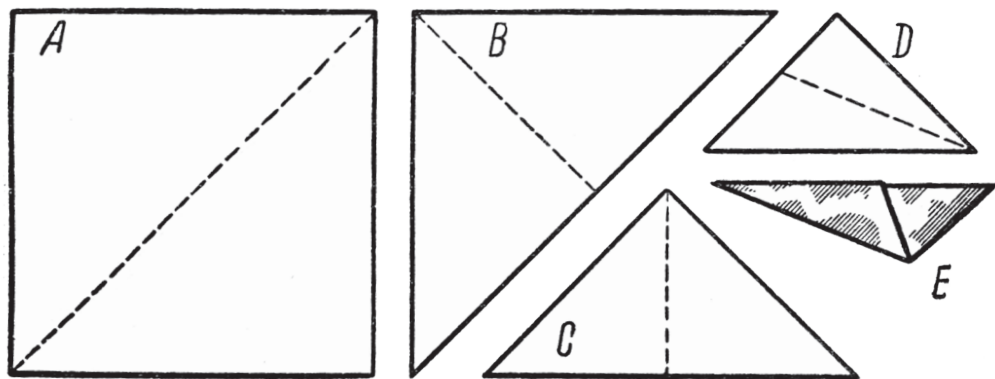
— На сколько частей? — спросите.

Обычно отвечают, что на три части, конечно. Получив такой ответ, предложите товарищу проверить догадку на опыте. С удивлением убедится он в своей ошибке: полоска разорвется только на две части.

Можно сколько угодно раз проделывать этот опыт, беря полоски различной величины и делая надрывы различной глубины, и никогда не удастся получить больше двух кусков. Полоска рвется там, где она слабее, подтверждая пословицу: «Где тонко, там и рвется».

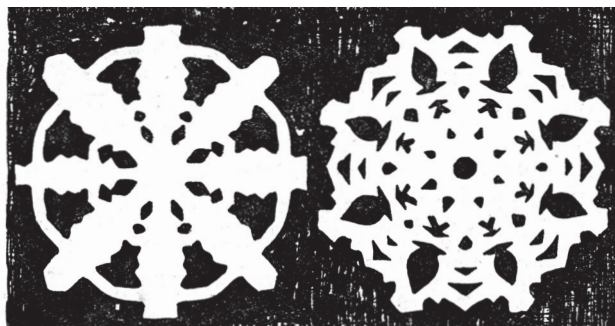
Дело в том, что из двух надрывов или надрезов, как ни стараться их делать одинаковыми, один неизбежно будет хоть немного глубже другого — пусть незаметно для глаз, но все же глубже. Это место полоски, как самое слабое, начнет рваться первым. А раз начало рваться — дорвется до конца, потому что делается все слабее.

Вы, вероятно, с удовлетворением узнаете, что, проделывая этот пустячный опыт, вы побывали в области серьезной и важной для техники науки, которая называется «Сопротивление материалов».



38. Звездчатые узоры

Не все, может быть, знают, что просто ножницами, без всяких чертежных принадлежностей, можно изготовить из бумаги очень красивые и разнообразные узоры. Возьмите лист газетной бумаги и сложите его последовательно, как показано на рис. *A*, *B*, *C*, *D* и *E*. Дойдя до рисунка *E*, обрежьте сложенную



бумагу по затейливым линиям, вроде тех, которые изображены на чертеже. Развернув и расправив затем сложенную бумагу, вы получите красивый узор, который станет еще лучше, если наклеить его на темную бумагу.

39. Красноармейская звезда

Умеете ли вы вырезать из бумаги правильную красноармейскую звезду? Это не простое дело: в неумелых руках получается звезда с неравными зубцами. Существуют два способа вырезать хорошие, красивые звезды.

По первому способу начинают с того, что с помощью циркуля или даже просто чайного блюдца чертят на листе бумаги круг. Вырезают его, перегибают пополам и полученный полукруг перегибают затем четыре раза, как показано на рисунке (рис. *A*). Это самая трудная часть дела: здесь нужен

глазомер, потому что полукруг должен сложиться в пять одинаковых долек (рис. *B*).

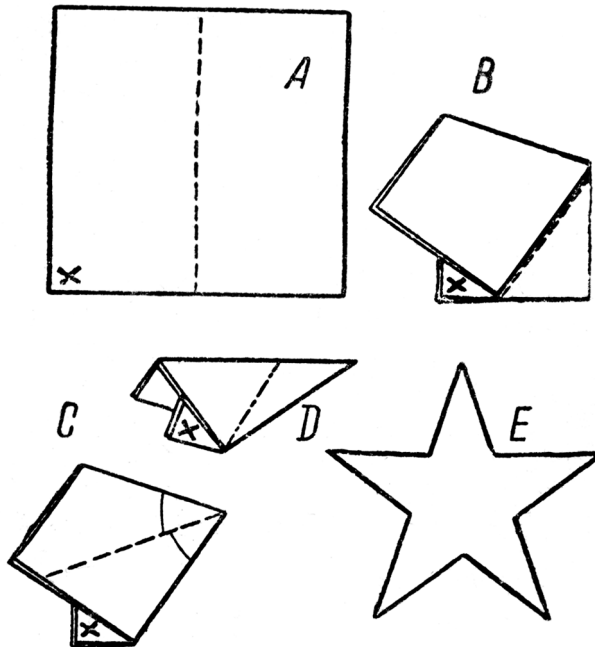
Когда круг сложен, его обрезают ножницами у толстого конца по одной из пунктирных линий, обозначенных на рис. *B*. Развернув бумагу, получают правильную пятилучевую звезду с более или менее глубокими вырезами (рис. *C* и *D*), смотря по тому, насколько косо сделан был срез.



Второй способ, пожалуй, проще, так как здесь исходят не из круга, а из квадрата. Начинают с того, что квадратный лист бумаги перегибают пополам. Затем делают еще три перегиба, последовательно показанных на рис. *A*, *B*, *C* и *D*. На рис. *D* пунктиром обозначена линия среза.

Получающаяся при разворачивании звезда показана на рис. *E*.

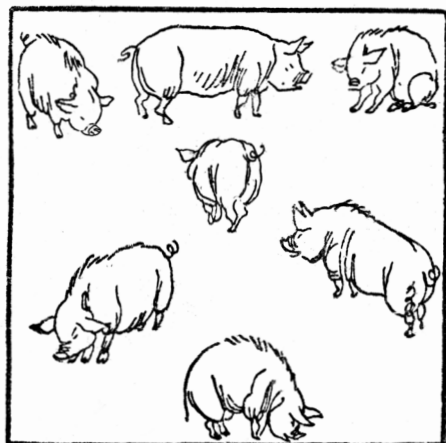
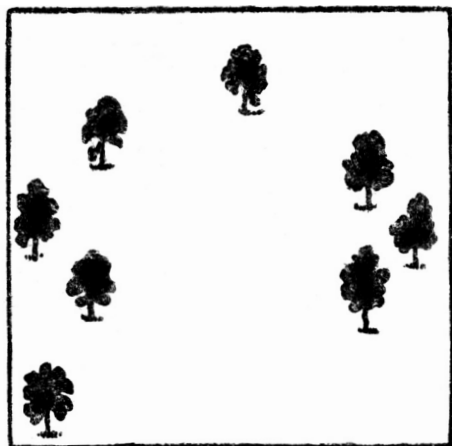
В заключение этого отдела рассмотрим несколько задач на разрезание и складывание фигур.



40. На четыре части

Участок земли надо разделить на четыре равные части так, чтобы в каждой части росло по два дерева.

Как это сделать?

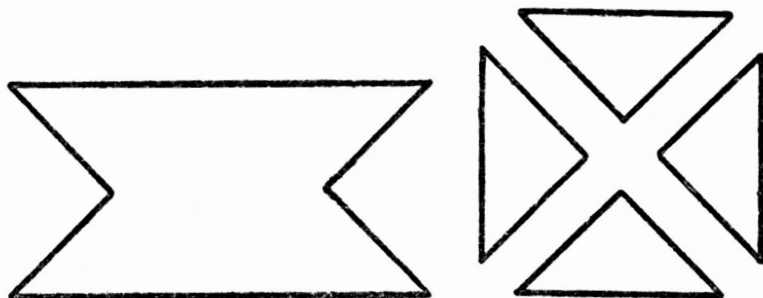


41. Тремя прямыми линиями

Прилагаемый рисунок требуется разрезать тремя прямыми линиями на шесть участков так, чтобы на каждом участке было по целому животному.

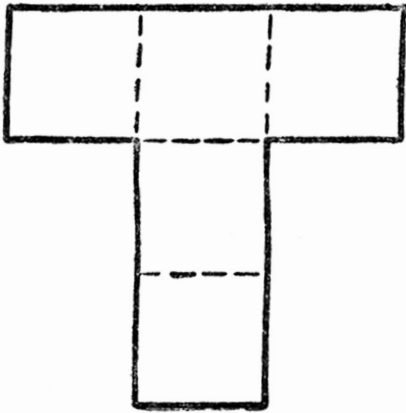
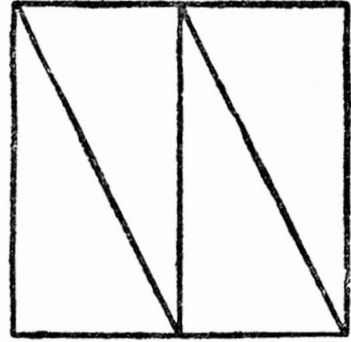
42. Из пяти кусочков

Вырежьте из бумаги пять кусочков в форме тех, которые здесь нарисованы, и составьте из них фигуру креста.



43. Из других пяти кусочков

Из других пяти кусочков попробуйте составить квадрат.



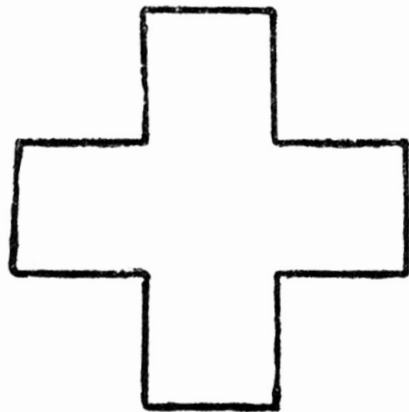
44. На четыре части

Этот участок земли составлен из пяти квадратных участков одинаковой величины. Можете ли вы разрезать его не на пять, а только на четыре тоже одинаковых участка?

Начертите участок на отдельном листке бумаги и отыщите решение.

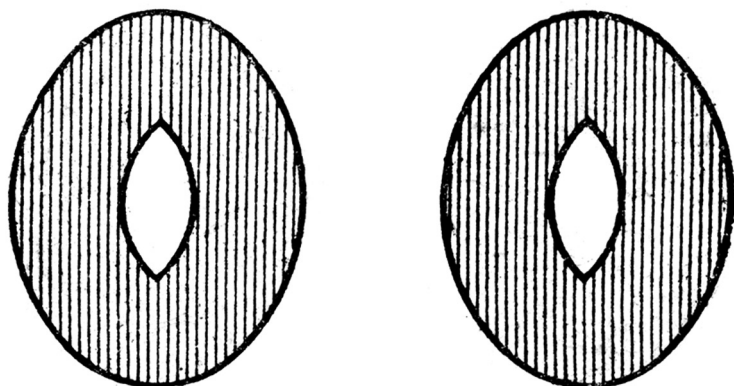
45. Двумя взмахами ножниц

Двумя взмахами ножниц разрежьте этот крест на такие четыре части, чтобы из них можно было составить сплошной квадрат.



46. Сделать круг

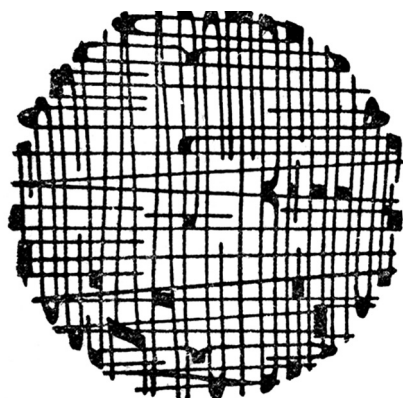
Столяру принесли две продырявленные доски из редкой породы дерева и заказали сколотить из них совершенно круглую сплошную доску для стола, да так, чтобы никаких обрезков дорогого дерева не осталось. В дело должно пойти все дерево до последнего кусочка.



Столяр был мастер, каких мало, но и заказ был не из легких. Долго ломал себе столяр голову, прикидывал так и этак и наконец догадался, как исполнить заказ.

Может быть, и вы догадаетесь? Вырежьте из бумаги две точно такие фигуры, какие изображены на рисунке (только размерами побольше), и с их помощью попытайтесь доискаться решения.

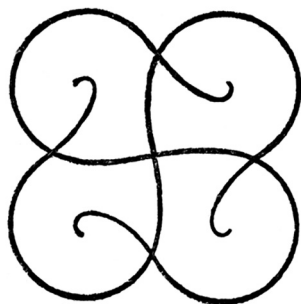
ЗАНИМАТЕЛЬНЫЕ РИСУНКИ



47. Что тут написано?

В этом кружке что-то написано. Глядя на него прямо, вы, конечно, ничего не разберете. Однако, если взглянуть на кружок умеючи, можно прочесть два слова. Какие?

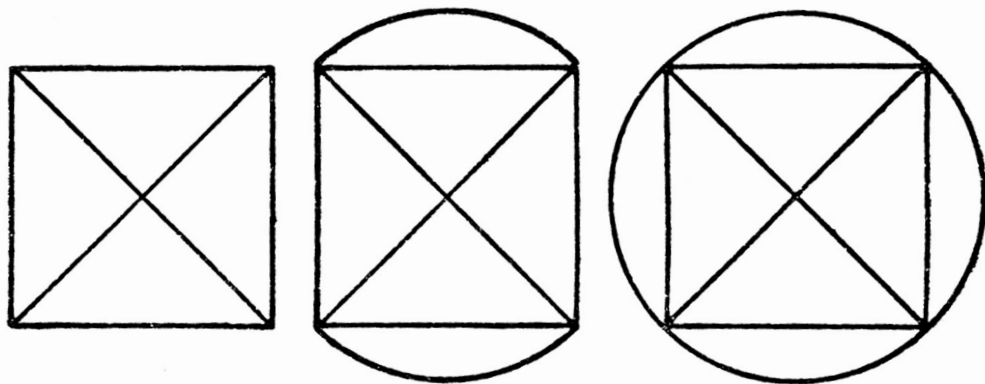
48. Как будто легко



Всмотритесь внимательно в этот узор; постарайтесь запомнить его хорошенько, чтобы потом нарисовать его по памяти. Запомнили? Ну, так принимайтесь рисовать. Сначала наметьте четыре конечные точки, к которым должны примыкать концы извилистых линий. Первую кривую линию вы, вероятно, нарисуете довольно уверенно. Прекрасно! Теперь выводите вторую. Но не тут-то было! Упрямая линия никак не получается. Легкое дело оказалось куда труднее, чем представлялось вам на первый взгляд.

49. Нельзя или можно?

Можете ли вы начертить квадрат с двумя диагоналями одним росчерком, не отрывая пера от бумаги и не проведя ни одной линии дважды?



Заранее могу сказать, что это вам не удастся, откуда бы вы ни начали рисовать и в каком бы порядке ни проводили линии.

Но стоит немного усложнить фигуру, добавив две дуги, и вам нетрудно будет начертить ее.

Попробуйте, и вы скоро убедитесь, что задача, прежде совсем не разрешимая, стала легко выполнимой.

Прибавьте еще две дуги по бокам, и задача снова станет неразрешимой: сколько ни бейтесь, а начертить одним росчерком такую фигуру вы не сможете.

В чем же дело? Как узнать заранее, взглянув на фигуру, можно ли ее начертить одним росчерком, или нельзя?

Если вы хорошенько подумаете, то, вероятно, и сами догадаетесь, по какому признаку различаются подобные фигуры. Обратите внимание на те точки фигуры, где сходятся или пересекаются несколько линий. Чтобы фигуру можно было начертить одним росчерком, нужно к каждой точке пересечения *подойти* пером и затем отойти; если вы потом еще раз подойдете к той же точке пером, вы должны от нее и вторично *отойти*, иначе черчение оборвется. Значит, в каждой точке фигуры должны сходиться две, четыре, шесть, вообще *четное число линий*. Исключение составляют начальная и конечная точки, где, понятно, может сходиться и нечетное число линий.

Отсюда вывод: только те фигуры можно начертить одним росчерком пера, которые заключают *не больше двух точек с нечетным числом сходящихся линий*; во всех прочих точках должно сходиться четное число линий.

Рассмотрите теперь наши фигуры.

В первой в четырех углах квадрата сходится по 3 линии; здесь 4 точки с нечетным числом сходящихся линий, значит, фигуру эту начертить нельзя.

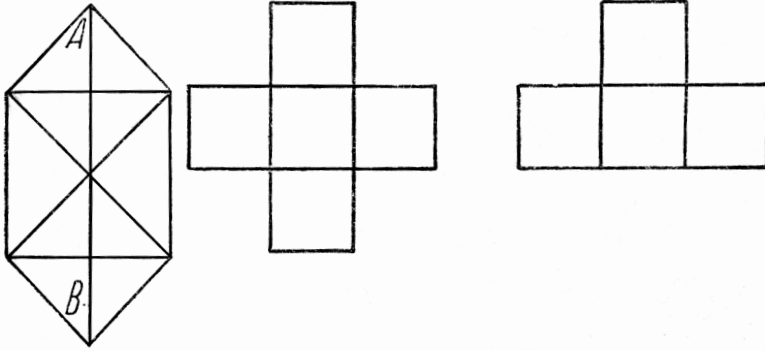
Во второй фигуре во всех точках пересечения сходится четное число линий; значит, эту фигуру можно начертить одним росчерком.

В третьей опять имеем 4 точки, где сходится нечетное число линий (5); понятно, что такую фигуру начертить одним росчерком нельзя.

Зная это, вы уже не станете бесполезно тратить время на отыскание спосо-

ба вычерчивать одним росчерком такие фигуры, которые начертить невозможно. Внимательно взглядевшись в фигуру, вы заранее скажете, какую можно начертить и какую нельзя.

Если вы хорошо поняли сказанное, то решите, нельзя или можно начертить одним росчерком те три фигуры, которые здесь показаны.

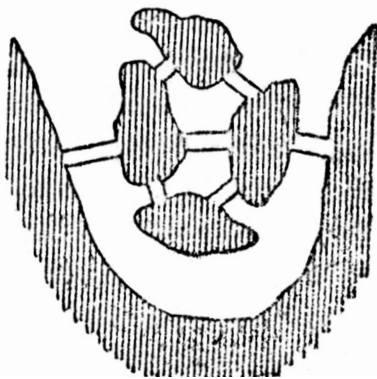


50. Путешествие по островам

Здесь вы видите карту морского залива. Четыре островка соединены между собой и с берегами мостами. Вам дается задание: побывать на берегу и на всех островах, пройдя непременно через все мосты и при этом только по одному разу.

Кто сообразит, какая связь между этой задачей и предыдущей, тот легко догадается, разрешима ли она.

Итак, укажите правильный маршрут, если вы думаете, что он существует. Откуда вы советуете начать путешествие?



51. Три острова

На озере три острова, которые отмечены на чертеже цифрами 1, 2 и 3. А на берегу расположено три рыбачьих поселка: I, II и III. Лодка отплывает из поселка I, посещает острова 1 и 2 и пристает к поселку II. Одновременно из поселка III отплывает другая лодка, пристающая к острову 3. Пути обеих лодок не пересекаются.

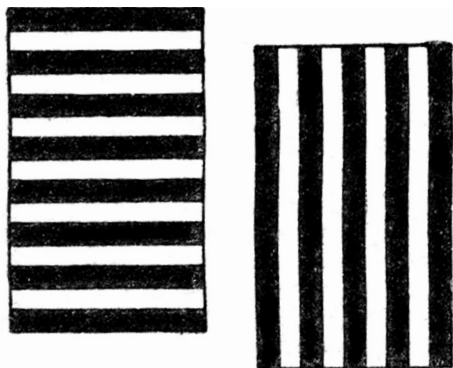
Можете ли вы начертить эти пути?



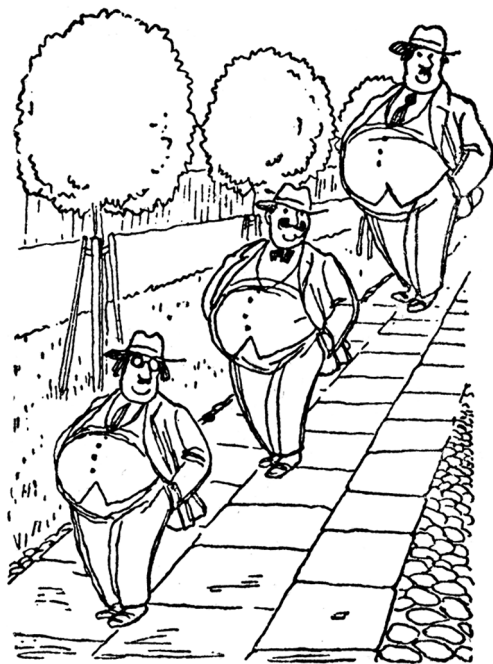
52. Что шире и что выше?

Какая из этих двух фигур шире и какая выше?

Дайте ответ, не измеряя фигуру бумажкой, а прямо на глаз (как говорится, «по глазомеру»).



53. Три толстяка



Рассмотрите рисунок и сравните на глаз длину трех человеческих фигур. Попробуйте сказать, насколько фигура человека, идущего впереди всех, разнится от фигуры идущего сзади.

Когда вы это сделаете, возьмите полоску бумаги и смерьте толстяков. Вы будете поражены: вы ожидали, что длиннее всех задняя фигура, между тем она-то и оказывается самой короткой. Перед вами один из обманов зрения.

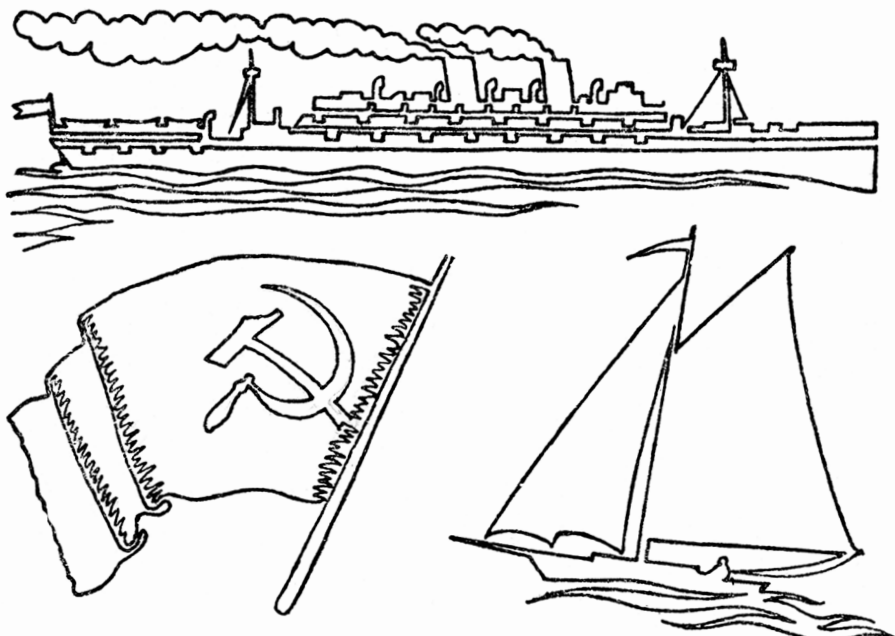
54. На какой ноге?

На какой ноге стоит футболист — на правой или на левой?

По-видимому, он стоит на правой ноге; но с такой же уверенностью можно утверждать, что он стоит на левой ноге. Сколько ни всматривайтесь в рисунок, вы этого вопроса не решите. Художник так искусно замаскировал следы, что вам ни за что не установить, какую ногу поднял футболист и на какую он опирается — на правую или на левую.

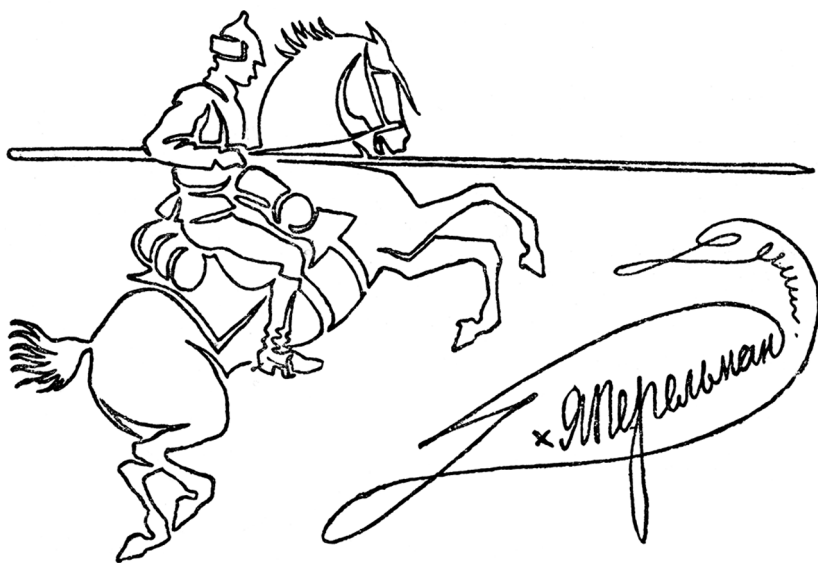
Вы спросите: «На какую же, в конце концов?» Я и сам не знаю. Да и художник не знает — забыл. Так это и останется навеки неразрешимой тайной.





55. Одним росчерком

Вы, наверное, не подозреваете, что одним росчерком, не отрывая пера от бумаги, можно рисовать довольно сложные картинки. Взгляните, какие замысловатые рисунки изобразил этим манером иллюстратор книги: тут и большой океанский пароход, и флаг, и парусник, и красноармеец на коне, и голубь, на крыле которого изобретательный художник ухитрился запечатлеть мою фамилию.





56. Много ли рыбы?

Здесь вы видите загадочный рисунок. Рыболов как будто еще ничего не выудил. Но, взглядевшись хорошенько в очертания рисунка, вы убедитесь, что улов довольно обилен: три большие рыбы уже пойманы.

Где же они?

Много ли рыбы поймал рыболов?

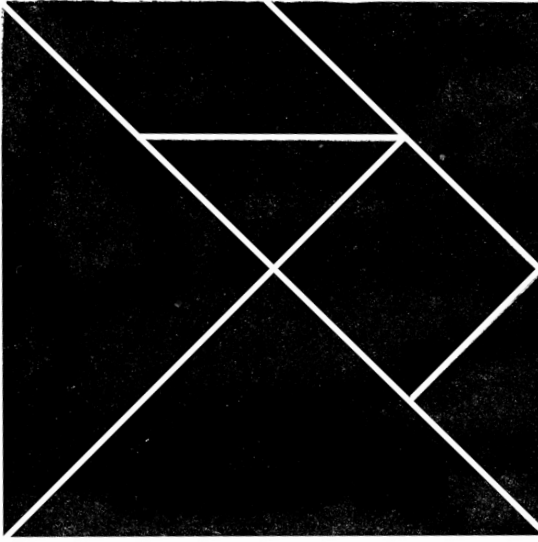
57. Фигурки-головоломки

Игра, о которой пойдет речь, имеет очень древнее происхождение. Она древнее, чем шахматы, хотя и не так хорошо известна. Ее родина — Китай; здесь она зародилась четыре тысячелетия назад; впрочем, первоначально это была не игра, а способ обучения начаткам геометрии.

Сущность этой игры в том, что из семи определенных геометрических фигур складывают различные силуэты. Те семь кусочков, которые служат для складывания, вырезаются из плотного картона или выпиливаются из дерева. Все они составляют части квадрата; разрезают квадрат так, как показано белыми линиями.

Получают:

2 больших треугольника,

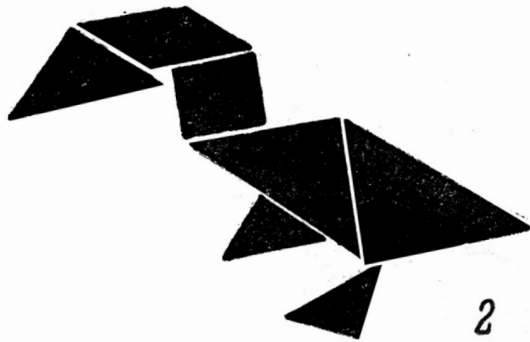


1 треугольник средней величины,
2 малых треугольника,
1 квадратик,
1 параллелограмм (косой четырехугольник).

Первая задача состоит в том, чтобы из разрозненных кусочков вновь составить первоначальный квадрат. Это не так легко, как кажется, и удастся далеко не сразу (если складывать, не глядя на чертеж).

Выполнив это, можно приступить к складыванию силуэтов. Как они составляются, показано на примере петушка

и гуся. Кусочки надо прикладывать один к другому вплотную, без промежутков; на рисунках промежутки оставлены лишь для наглядности.



Правила складывания таковы:

- 1) кусочки не должны хотя бы частью прикрывать друг друга;
- 2) в состав каждого силуэта должны входить все семь кусочков.

Итак, приступите к составлению тех силуэтов, которые собраны у нас. Вы найдете среди них довольно характерные, несмотря на простоту контуров. Недаром такими изображениями увлекались художники (например Густав Доре), а Наполеон I в своем невольном уединении на острове св. Елены, говорят, долгие часы проводил за этой «китайской головоломкой». Предметы живой природы (рис. 3-9 и 23-30) так же хорошо поддаются изображению семью кусочками, как и произведения техники (например рис. 10-15).

Очень забавны человеческие фигуры, мужские и женские, в самых разнообразных положениях (рис. 31-43).

3



4



5



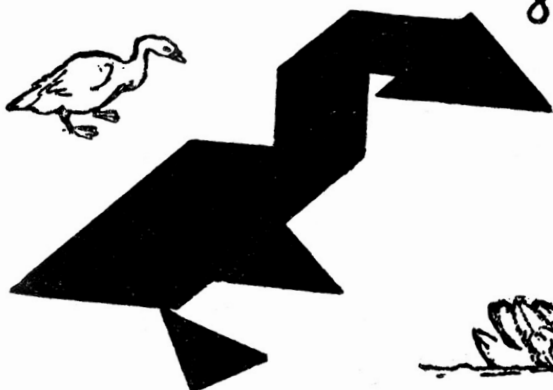
6



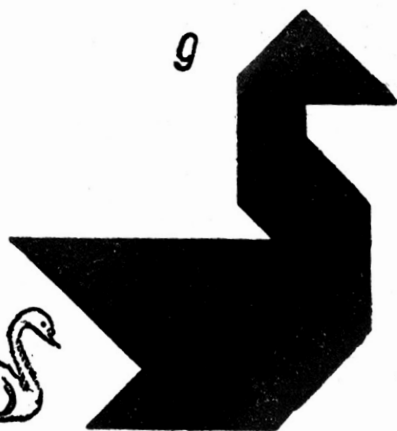
7



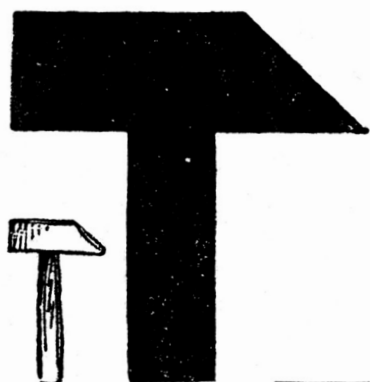
8



9



10



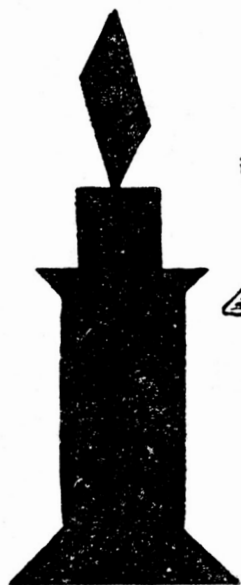
11



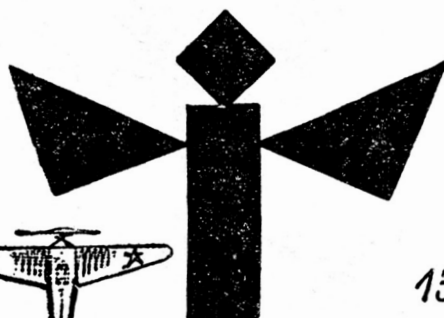
12



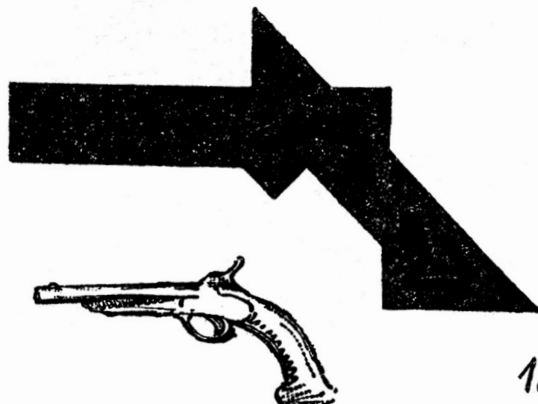
14

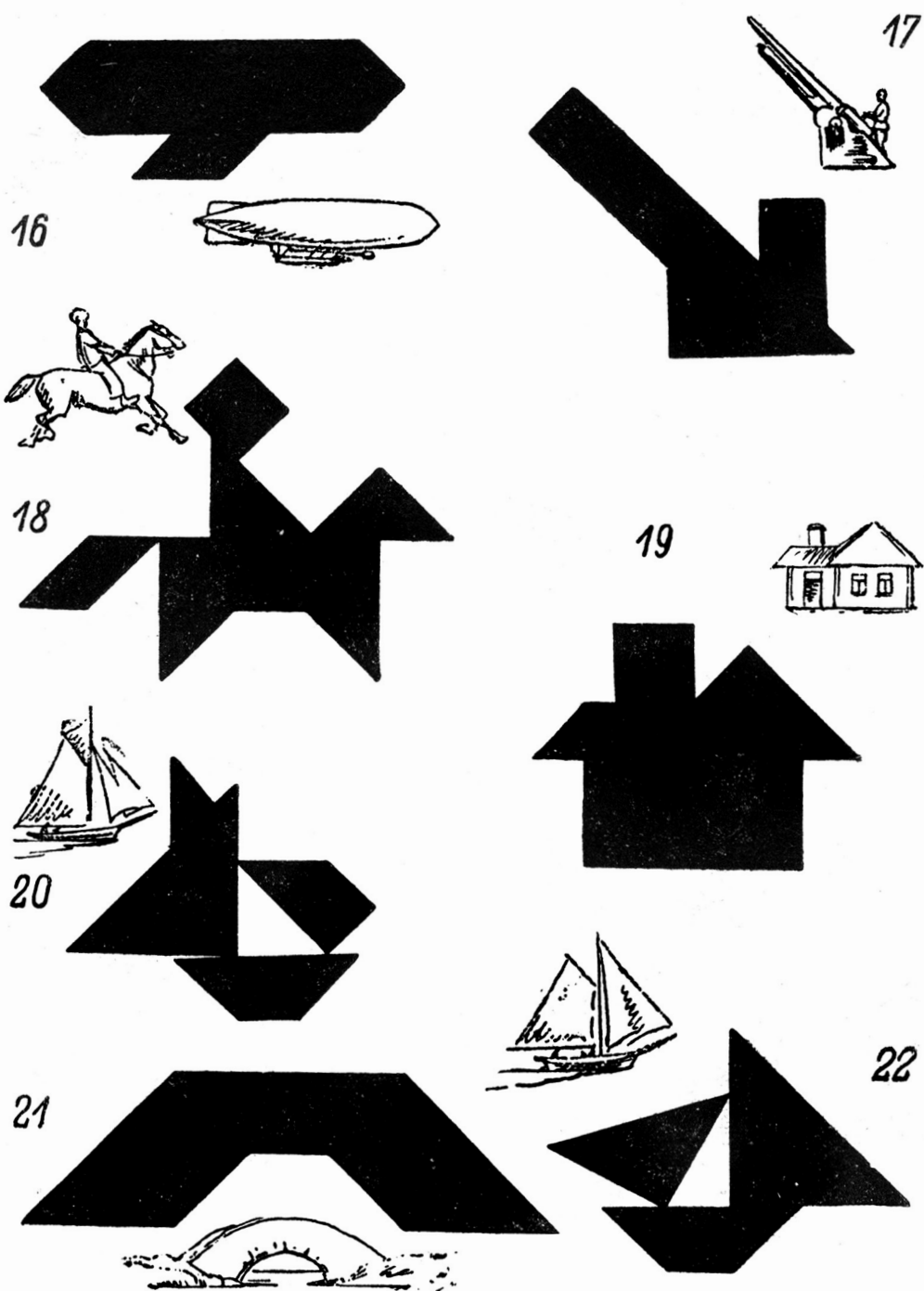


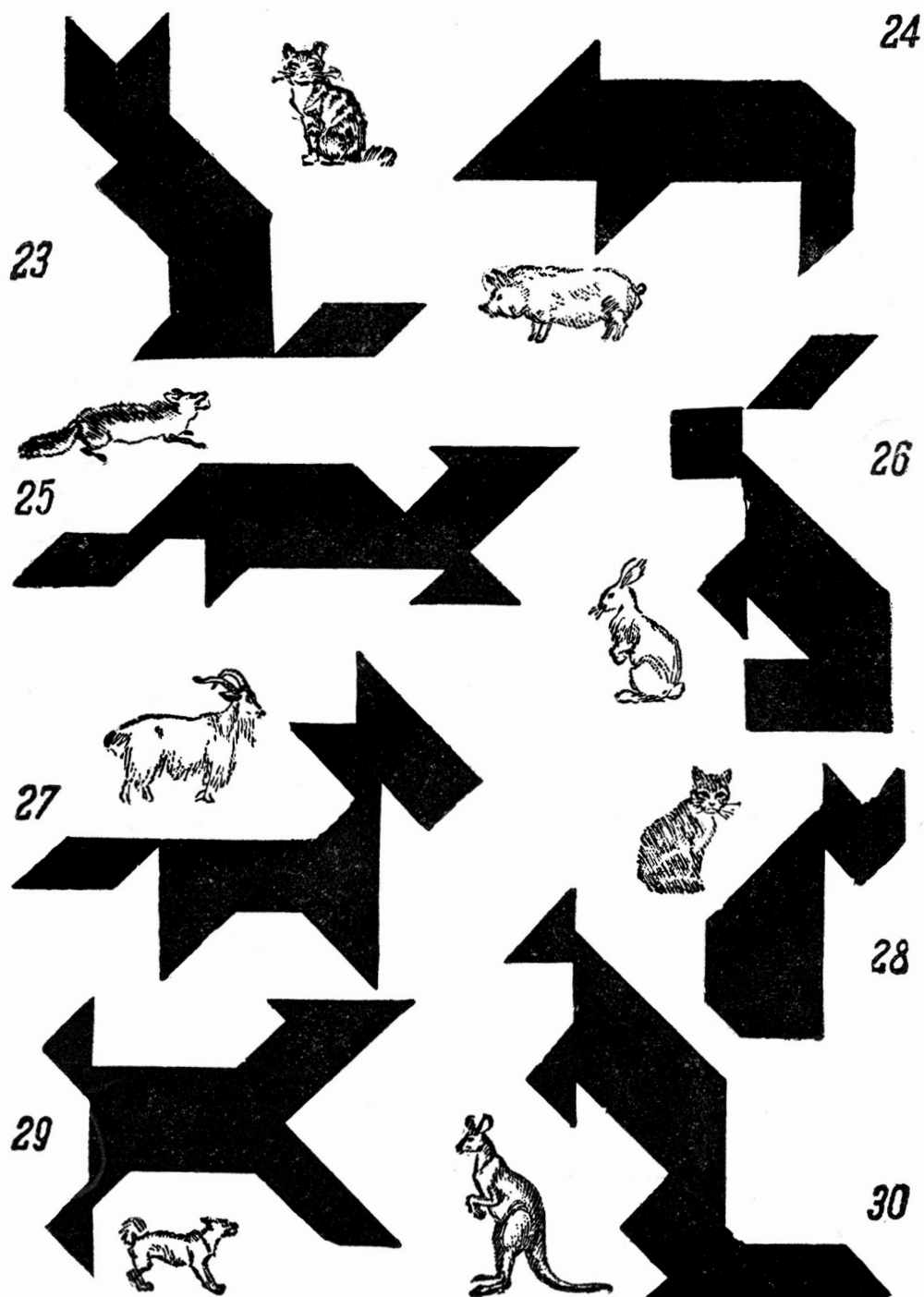
13

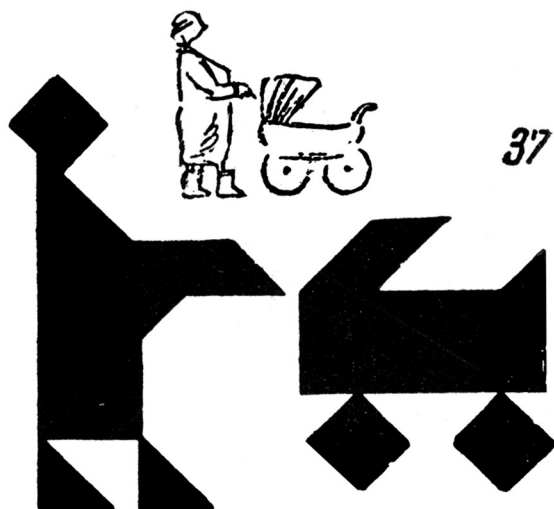
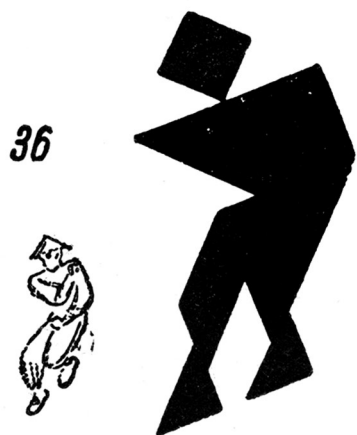
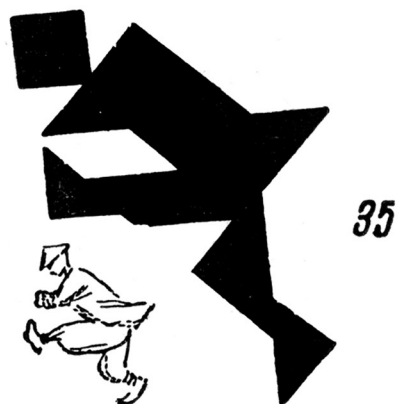
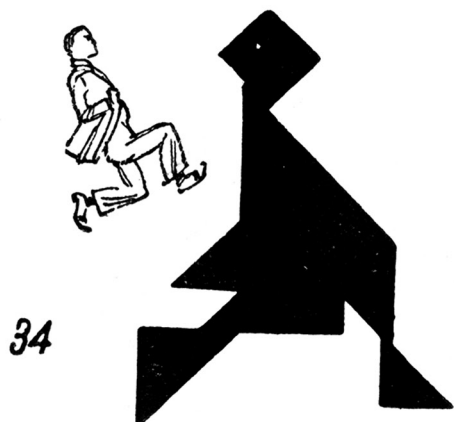
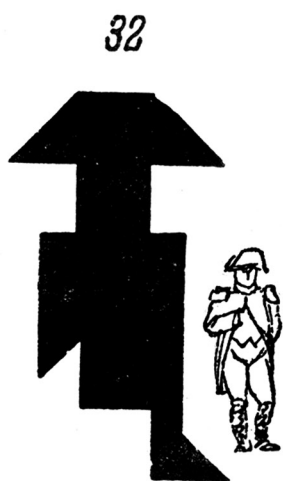
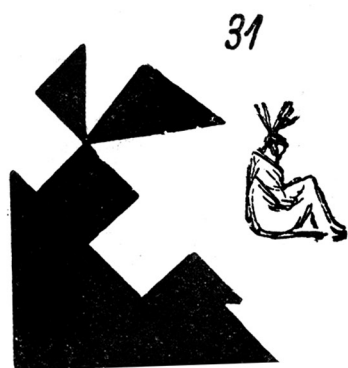


15

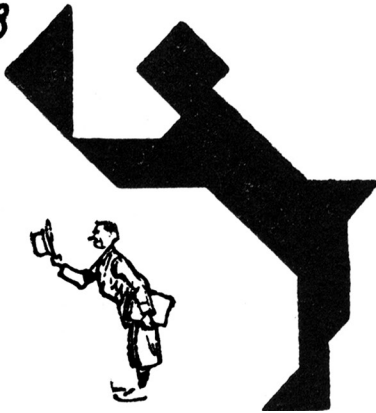




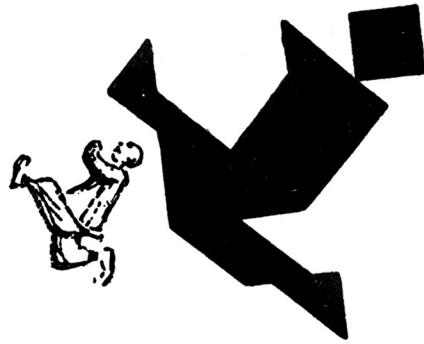




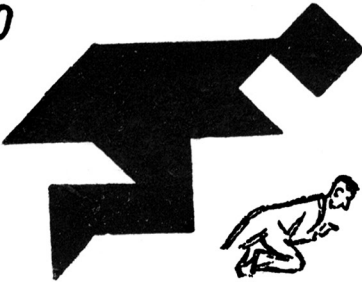
38



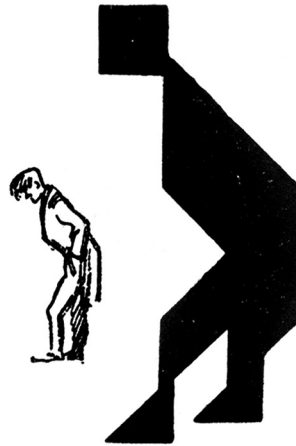
39



40



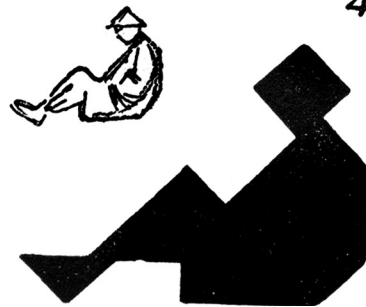
41



42

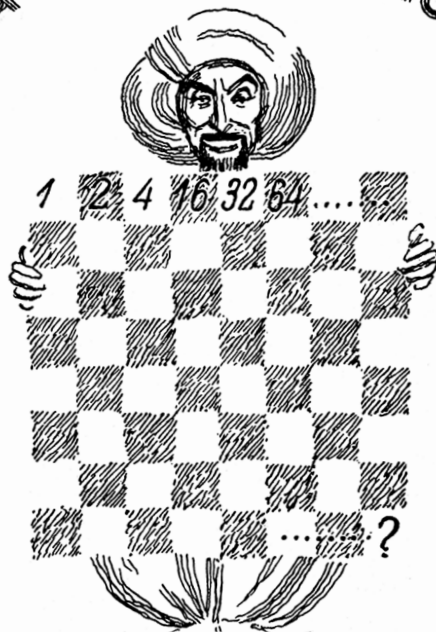


43



Едва ли удастся вам самостоятельно составить все эти фигурки. Не спешите, однако, при первой же неудаче заглядывать в отдел решений. Настойчиво доискивайтесь разгадки сами. Иной раз вам покажется, вероятно, что заданную фигуру даже и вовсе невозможно составить из семи кусочков и что труды ваши поэтому напрасны. Таких неразрешимых случаев среди наших силуэтов нет: каждый из них можно сложить с соблюдением обоих правил игры.

ЗАДАЧИ И ГОЛОВОЛОМКИ



ВЕСЕЛАЯ АРИФМЕТИКА

58. Юный сторож *рассказ-задача*

Единоличник привез на рынок мешки с орехами, скинул с телеги, отправил лошадь назад и вдруг вспомнил, что ему необходимо отлучиться и при этом надолго. Оставить товар без призора нельзя, надо кому-нибудь поручить сторожить, но кому? «Как бы это устроить подешевле?» — размышлял крестьянин.

В это время взгляд его упал на мальчика Степку.

— Степка, постереги орехи, — обратился к нему торговец.

— Надолго?

— Не знаю, как придется. А тебе что? Я заплачу.

— Сколько же заплатите?

— А сколько тебе хочется? — осторожно осведомился торговец, боясь переплатить.

Степка подумал и сказал:

— За первый час дайте один орех.

— Идет. За второй?

— Два.

— Согласен. А если придется и третий час сторожить?

— Тогда прибавьте четыре ореха. Коли через три часа не вернетесь, то за четвертый час уплатите восемь орехов; за пятый — шестнадцать, за шестой...

— Ладно, — перебил его торговец, — дело ясное: за каждый следующий час вдвое против предыдущего. Согласен. Только не смей с места уходить: стереги, хотя бы я и до утра не возвратился.

— Идет! — ответил Степка.

Крестьянин ушел, довольный тем, что отыскал дешевого сторожа: за горсть орехов будет хоть целые сутки сторожить.

Справил крестьянин свое дело только к вечеру. Надо бы на рынок возвратиться, но торговец наш не торопится.

«Ночью какая торговля? Товар под надзором, сторож никуда не уйдет. Отсыплю ему еще пригоршню орехов», — подумал он и завалился спать.

Тем временем Степка честно сторожил мешки с орехами и нисколько не горевал, что хозяин не является.

Наступила ночь, стали все с рынка расходиться, но Степка крепко держал уговор: улегся у мешков и чему-то ухмыляется.

Когда наутро крестьянин явился к своим мешкам, он застал Степку накладывающим орехи на тачку.

— Стой! Куда, злодей, мой товар увозить собираешься?

— Был ваш, теперь мой, — спокойно ответил Степка. — Забыли, что ли, уговор?

— Уговор! По уговору ты сторожить обязан, а не воровать!

— Свое увожу, не краденое. Это мне причитается за то, что я сутки сторожил.

— Сутки сторожил, так тебе весь товар отдавай? Бери, что следует, а моего трогать не смей!

— Я и беру, что следует. Не только лишнего не беру, мне еще с вас причитается.

— С меня? Вот это хорошо! Сколько же тебе прибавить надо?

— Раз в тысячу больше, чем у вас тут имеется. Тогда, пожалуй, в расчете с вами будем.

— За одни-то сутки? Да ты, брат, совсем считать не умеешь!

А как вы думаете: кто из них двоих не умел считать?

59. Простое умножение

Если вы нетвердо помните таблицу умножения и запинаетесь при умножении на девять, то собственные пальцы могут вас выручить. Положите обе руки на стол — десять пальцев послужат для вас счетной машиной.

Пусть надо умножить 4 на 9.

Четвертый палец дает вам ответ: налево от него 3 пальца, направо — 6; читаете: 36; значит, $4 \times 9 = 36$.

Еще примеры: чему равно 7×9 ?

Седьмой палец имеет налево от себя 6 пальцев, направо — 3. Ответ: 63.

Чему равно 9×9 ? Девятый палец имеет по левую сторону 8 пальцев, по правую — 1. Ответ: 81.

Эта живая счетная машина поможет вам твердо помнить, чему равно 6×9 , не путать, как иные, 54 и 56.

Шестой палец имеет налево 5 пальцев, направо — 4; значит, $6 \times 9 = 54$.

60. Как получить 20?

Вы видите здесь три числа, подписанные одно под другим:

111

777

999

Надо зачеркнуть шесть цифр так, чтобы оставшиеся числа составляли вместе 20.

Можете ли вы это сделать?

61. Из семи цифр

Напишите подряд семь цифр от 1 до 7:

1 2 3 4 5 6 7.

Легко соединить их знаками + и — так, чтобы получилось 40:

$$12 + 34 - 5 + 6 - 7 = 40.$$

Попробуйте найти другое сочетание тех же цифр, при котором получилось бы не 40, а 55.

62. Пятью единицами

Напишите число 100 пятью единицами.

63. Пятью пятерками

Как написать число 100 пятью пятерками?

64. Пятью тройками

Написать число 100 пятью тройками.

65. Пятью двойками

Можно ли пятью двойками написать число 28?

66. Четырьмя двойками

Эта задача замысловатее предыдущих. Надо четырьмя двойками написать число 111. Возможно ли это?

67. Четырьмя тройками

Очень легко написать четырьмя тройками число 12:

$$12 = 3 + 3 + 3 + 3.$$

Немного хитрее составить подобным же образом из четырех троек числа 15 и 18:

$$15 = 3 + 3 + 3 \times 3.$$

$$18 = 3 \times 3 + 3 \times 3.$$

Но если бы потребовалось написать тем же манером четырьмя тройками число 5, вы, вероятно, не сразу догадались бы, что

$$5 = \frac{3+3}{3} + 3$$

Попробуйте же теперь сами отыскать способы, как составить из четырех *троек*:

число 1

число 2

число 3

число 4

число 6

число 7

число 8

число 9

число 10

короче говоря — все числа от 1 до 10 (как написать число 5, было уже показано).

68. Четырьмя четверками

Если вы справились с предыдущей задачей и имеете охоту к подобным головоломкам, попробуйте составить все числа от 1 до 10 четырьмя четверками. Это несколько не сложнее, чем составление тех же чисел из троек.

69. Который год?

Будет ли в нынешнем¹ столетии такой год, который несколько не изменится, если его перевернуть «головой вниз»?

70. В зеркале

Который год прошлого столетия² увеличивается в $4\frac{1}{2}$ раза, если на него смотреть в зеркало?

71. Какие числа?

Какие два целых числа, если их перемножить, составят 7?

Не забудьте, что оба числа должны быть целые; поэтому такие ответы, как $3\frac{1}{2} \times 2$ или $2\frac{1}{3} \times 3$, не подходят.

¹ Имеется ввиду XX век. (Прим. ред.)

² Имеется ввиду XIX век. (Прим. ред.)

72. Сложить и перемножить

Какие два целых числа, если их сложить, дают больше, чем если их перемножить?

73. Столько же

Какие два целых числа, если их перемножить, дают столько же, сколько получается от их сложения?

74. Три числа

Какие три целых числа, если их перемножить, дают столько же, сколько получается от их сложения?

75. Умножение и деление

Какие два целых числа, если разделить большее из них на меньшее, дают столько же, сколько получается при их перемножении?

76. Вдесятеро больше

Числа 12 и 60 имеют любопытное свойство: если их перемножить, получится ровно в 10 раз больше, чем если их сложить:

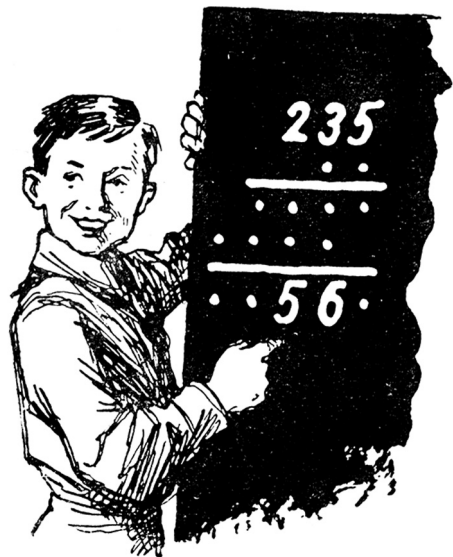
$$12 \times 60 = 720; 12 + 60 = 72.$$

Попытайтесь найти еще такую пару. А может быть, вам повезет разыскать даже несколько пар чисел с тем же свойством.

77. На что он множил?

Школьник произвел умножение, затем стер с классной доски большую часть цифр, так что уцелели только первая строка цифр и две цифры последней строки; от остальных цифр сохранились лишь следы. Запись имела такой вид (см. рисунок).

Можете ли вы восстановить, на какое число школьник множил?



ПЕСТРЫЕ ЗАДАЧИ

78. Сестры и братья

У меня сестер и братьев поровну. А у моей сестры вдвое меньше сестер, чем братьев. Сколько нас?

79. Сколько детей?

У меня шесть сыновей. У каждого сына есть родная сестра. Сколько у меня детей?

80. Завтрак

Два отца и два сына съели за завтраком три яйца, причем каждый из них съел по целому яйцу. Как вы это объясните?

81. Сколько им лет?

- Скажи-ка, дедушка, какого возраста твой сын?
- Ему столько же семидневок, сколько внуку дней.
- А внук в каком возрасте?
- Ему столько месяцев, сколько мне лет.
- Сколько же тебе-то?
- Троиим вместе ровно сто лет. Вот и смекай, сколько каждому.

82. Землекопы

Пять землекопов в 5 часов выкапывают 5 метров канавы. Сколько землекопов в 100 часов выкопают 100 метров канавы?

83. Сколько партий?

Трое играли в шашки. Всего сыграно три партии. Сколько партий сыграл каждый?

84. Кто старше?

Через два года мой мальчик будет вдвое старше, чем он был два года назад. А девочка моя будет через три года втрое старше, чем три года назад.

Кто старше: мальчик или девочка?

85. Улитка

Улитка вздумала взобраться на дерево в 15 метров высоты. В течение каждого дня она успевала подниматься на 5 метров; но каждую ночь, во время сна, спускалась вниз на 4 метра.

Через сколько суток достигнет она вершины дерева?

86. Пильщики дров

Пильщики распиливают бревно на метровые отрубки. Длина бревна — 5 метров. Распиловка бревна поперек отнимает каждый раз $1\frac{1}{2}$ минуты времени. Во сколько минут распилили они все бревно?

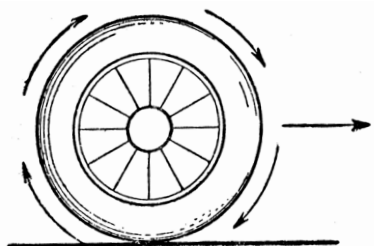
87. В город

Колхозник ехал в город. Первую половину пути он проехал в поезде — в 15 раз быстрее, чем если бы он шел пешком. Однако, вторую половину пути ему пришлось проехать на волах — в 2 раза медленнее, чем если бы он шел пешком. Сколько времени он все же выгадал по сравнению с ходьбой пешком?

88. В колхоз

От завода в колхоз дорога идет неровно: сначала 8 километров в гору, потом 24 километра под гору. Михайлов отправился туда на велосипеде и доехал без остановок в течение 2 часов 50 минут. Обратный путь он совершил также на велосипеде, нигде по дороге не останавливаясь, и употребил на него 4 часа 30 минут.

Можете ли вы сказать, с какой скоростью ехал Михайлов в гору и с какой — под гору?



89. Автомобильное колесо

Колесо автомобиля катится вправо; обод его вертится, очевидно, по часовой стрелке.

А в какую сторону движется при этом воздух в резиновой шине колеса: навстречу или в том же направлении?

90. Галки и палки

Народная задача

Прилетели галки,
Сели на палки.
Если на каждой палке
Сядет по одной галке,
То для одной галки
Не хватит палки.
Если же на каждой палке
Сядет по две галки,
То одна из палок
Будет без галок.
Сколько было галок?
Сколько было палок?

91. Два школьника

— Дай мне яблоко, и у меня будет вдвое больше, чем у тебя, — сказал один школьник другому.

— Это несправедливо. Лучше дай ты мне яблоко, тогда у нас будет поровну, — ответил его товарищ.

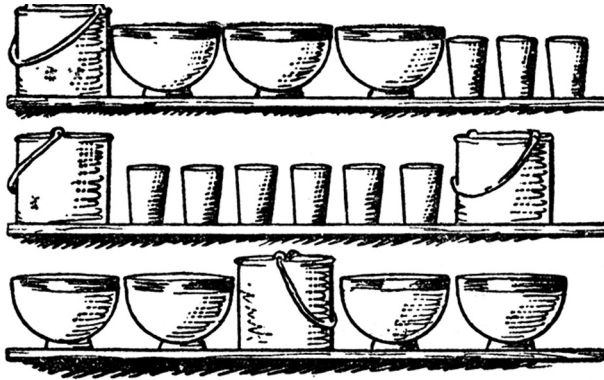
Можете ли вы сказать, сколько у каждого школьника было яблок?

92. Цена пряжки

Пояс с пряжкой стоит 68 копеек. Пояс дороже пряжки на 60 копеек.
Сколько стоит пряжка?

93. Сколько стаканов?

На этих полках сосуды трех размеров расставлены так, что общая вместимость сосудов, стоящих на каждой полке, одна и та же. Наименьший сосуд вмещает один стакан. Какова вместимость сосудов двух прочих размеров?



94. Бочки меду

На складе осталось 7 полных бочек меду, 7 бочек, наполовину занятых медом, и 7 порожних бочек. Все это было куплено тремя кооперативами, которым потом понадобилось поделить тару и мед поровну. Спрашивается: как произвести этот раздел, не перекладывая меда из одной бочки в другую?

Если вы полагаете, что это можно сделать различным образом, укажите все способы, которые вы придумали.

95. Мишины котят

Увидит Миша где-нибудь брошенного котенка, непременно подберет и принесет к себе. Всегда воспитывается у него несколько котят; но он не любил говорить товарищам — сколько, чтобы над ним не смеялись. Бывало, спросят у него:

— Сколько у тебя теперь всех котят?

— Немного, — ответит он: — три четверти их числа да еще три четверти одного котенка, вот и всего котят у меня.

Товарищи думали, что он просто балагурит. А между тем Миша задавал им задачу, которую нетрудно решить.

Попытайтесь!

96. Квадратный метр

Когда Алеша услышал в первый раз, что квадратный метр содержит миллион квадратных миллиметров, он не хотел этому верить.

— Откуда их так много берется? — удивлялся он. — Вот у меня лист миллиметровой бумаги длиной и шириной ровно в метр. Так неужели же в этом квадрате целый миллион миллиметровых клеточек? Ни за что не поверю!

— А ты сочти, — посоветовали ему.

Алеша решил так и сделать: пересчитать все клеточки. Встал рано утром и принялся за счет, аккуратно отмечая точкой каждый отсчитанный квадратик. На пометку одного квадрата уходила у него секунда, и дело шло быстро.

Работал Алеша, не разгибая спины. А все-таки, как вы думаете, убедился он в этот день, что в квадратном метре миллион квадратных миллиметров?

97. Задача о волосах

Школьников в СССР¹ несколько миллионов. У каждого на голове круглым счетом двести тысяч волос. Как вы думаете: найдется ли среди них двое таких, у которых на голове было бы совершенно одинаковое число волос?

98. Как поделить яблоки?

К Мише пришло пятеро товарищей, и Мишин отец захотел угостить всех шестерых мальчиков яблоками. Но яблок оказалось всего лишь пять штук. Как быть? Обидеть никого не хочется, нужно наделить всех. Придется, конечно, яблоки разрезать. Но разрезать их на очень мелкие кусочки не годится; отец не хотел ни одно яблоко резать больше, чем на три части. И получилась задача: поделить пять яблок поровну между шестью ребятами так, чтобы ни одно яблоко не резать больше, чем на три части.

Как Мишин отец справился с этой задачей?

99. Почтовые марки

Гражданин купил на 5 рублей марок трех родов: в 50 копеек, в 10 копеек и 1 копейку — всего 100 штук.

Можете ли вы сказать, сколько штук марок разного рода он купил?

100. Сколько монет?

Гражданин получил сдачи 4 рубля 65 копеек рублями, гривенниками и копеечными монетами. Всех монет ему дали 42.

Сколько монет каждого достоинства ему было дано?

Сколько решений имеет эта задача?

¹ Автор имеет в виду СССР — Союз Советских Социалистических Республик, государство, существовавшее с 1922 по 1991 г. В результате распада СССР возникла Российская Федерация и другие независимые страны, прежде входившие в его состав. (Прим. ред.)

101. Почем лимоны?

Три дюжины лимонов стоят столько рублей, сколько дают лимонов на 16 рублей.

Сколько стоит дюжина лимонов?

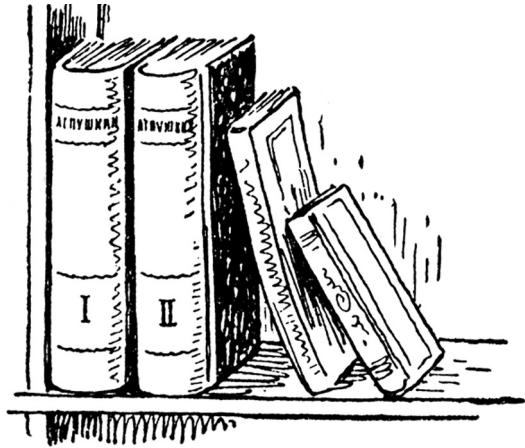
102. Книжный червь

Есть насекомые, грызущие книги, прогрызающие лист за листом и прокладывающие себе таким образом путь сквозь толщу книги. Один такой «книжный червь» прогрыз себе путь от первой страницы первого тома до последней страницы второго тома, стоявшего рядом с первым, как здесь нарисовано.

В каждом томе по восемьсот страниц.

Сколько всего страниц прогрыз червь?

Задача нетрудная, но не такая уж простая, как вы, вероятно, думаете.



103. Одна лодка на троих

Три любителя речного спорта владеют одной лодкой. Они хотят устроиться так, чтобы каждый владелец мог в любое время пользоваться лодкой, но чтобы никто из посторонних не мог ее похитить. Для этого они держат ее на цепи, которая замыкается тремя замками. Каждый имеет только один ключ, и все-таки он может отомкнуть цепь своим единственным ключом, не дожидаясь прихода товарищей с их ключами.

Как же они устроились, что у них так удачно получается?

104. Из шести спичек

Вот очень старая спичечная задача: из шести спичек составить четыре равно-сторонних треугольника.

Само собою разумеется, что переламывать спички нельзя.

Задача интересна тем, что с первого взгляда кажется совершенно неразрешимой.

ЗАМЫСЛОВАТЫЕ ПЕРЕСТАНОВКИ

Особый вид головоломок — это задачи на перестановки и размещения.

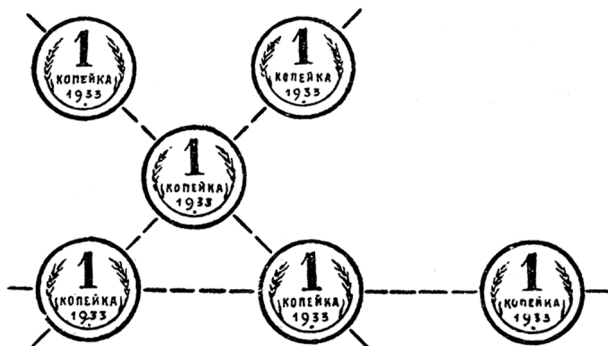
У нас приведено несколько таких занимательных задач.

105. Шесть монет

Надо разложить шесть монет в три прямых ряда так, чтобы в каждом ряду было по три монеты.

Вы думаете, это невозможно? Не хватает еще трех монет? А вот поглядите, они расположены на рисунке. Вы видите здесь три ряда монет по три в каждом ряду. Значит, задача решена. Правда, ряды перекрещиваются, но ведь это не было запрещено.

Теперь попробуйте сами догадаться, как можно решить ту же задачу еще и другим способом.



106. Девять монет

Надо расположить девять монет в десять рядов по три монеты в каждом ряду. Можно ли это сделать?

107. В пять рядов

Десять монет надо расположить в пять прямых рядов так, чтобы в каждом ряду лежало по четыре монеты.

Прибавлю, что ряды, как и в прежних случаях, могут перекрещиваться.

108. Девять нулей

Девять нулей расставлены так, как здесь показано:

```

0 0 0
0 0 0
0 0 0

```

Задача состоит в том, чтобы перечеркнуть все нули, проведя только четыре прямых линии.

Чтобы облегчить отыскание решения, прибавлю еще, что все девять нулей перечеркиваются, при этом не отрывая пера от бумаги.

109. Тридцать шесть нулей

В клетках этой решетки расставлено, как видите, тридцать шесть нулей.

Надо двенадцать нулей зачеркнуть, но так, чтобы после этого в каждом лежащем и стоящем ряду оставалось по одинаковому числу не зачеркнутых нулей.

Какие же нули надо зачеркнуть?

0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0

110. В девяти клетках

Последняя задача этого отдела шуточная — полузадача-полуфокус.

Составьте из спичек квадрат с девятью клетками и положите в каждую клетку по монете так, чтобы в каждом лежащем и стоящем ряду лежало 6 копеек.

Рисунок показывает, как должны быть расположены монеты. На одну монету положите спичку.

Теперь задайте товарищам задачу: не сдвигая монеты, на которой лежит спичка, изменить расположение монет так, чтобы в лежащих и стоячих рядах было по-прежнему по 6 копеек.



Вам скажут, что это неисполнимо. Однако, при помощи маленькой уловки вы совершаете это «невозможное» дело. Как именно?

111. Карандаш на острие

Можно ли поставить на палец карандаш так, чтобы он устойчиво держался на своем очиненном конце? «Устойчиво» — значит так, что, если отвести карандаш в сторону, он не только не опрокинется, но примет снова прежнее положение.

Казалось бы, так удержать карандаш долго на пальце невозможно. Но подумайте, может быть, вы догадаетесь, как это сделать.

112. Монета на пальце

Положите на палец полоску картона такой формы и размера, как железнодорожный билет¹, а на нее медную монету, например в 5 копеек.

Можно ли теперь удалить картон так, чтобы монета осталась на пальце?

113. Игла на воде

Можно ли положить стальную иглу на воду так, чтобы она не потонула? Многие из вас, наверное, думают, что совершенно невозможно. Однако, если знать, как приняться за дело, то это почти всегда удается сделать.

114. Ходьба и бег

Чем ходьба отличается от бега?

115. Оси телег

Почему передняя ось у большинства телег стирается больше, нежели задняя?

116. Впереди или позади?

Возьмите в каждую руку по длинному карандашу (или вообще по одинаковой палочке), приложите их друг к другу крестом и быстро двигайте один каран-

¹ Одним из наиболее распространенных типов билетов на железных дорогах СССР в конце XIX – первой половине XX века были картонные билеты. Они были изобретены в первой половине XIX века в Англии. По наименованию первого производителя таких билетов – фирмы Edmondson – они получили название эдмондсоновских, а в просторечии именовались картонками. Билет представляет собой прямоугольник 32 x 60 мм (в оригинале 31 x 57 мм – 1¼ x 2¼ дюйма) из плотного коричневого картона толщиной около 1 мм. С начала 1860-х годов такие билеты получили широкое распространение и в России. В 1980-х годах их заменили на бумажные.

даш вперед и назад. Товарищу, который следит за вами издали, предложите отгадать: который карандаш движется — передний или задний. Он всегда ответит, что движется задний, даже и в том случае, когда задний неподвижен.

Ошибка происходит оттого, что движущийся карандаш представляется в туманных очертаниях, не мешающих различать находящиеся позади них предметы. Потому и кажется, что этот карандаш расположен дальше неподвижного, который вырисовывается вполне отчетливо.

117. Где шар опустится?

Земля, мы знаем, безостановочно вертится с запада на восток. Нельзя ли воспользоваться этим, чтобы быстро и дешево путешествовать на восток таким, например, способом: подняться над землей на воздушном шаре и там переждать, пока вертящаяся земля сама подкатит место, куда мы хотим попасть? А как только под шаром будет это место, тогда и спуститься вниз. Так можно путешествовать куда угодно на восток, не двигаясь с места. Надо только не прозевать времени, когда спускаться, иначе нужное место пронесется на запад, и придется целые сутки ждать, пока опять над ним окажешься.

Чем нехорош этот способ путешествия?

118. Бывает ли?

Бывают ли на земле январские жары и июльские морозы?

119. Юг и север

Всюду ли бывает так, что чем южнее, тем теплее, а чем севернее, тем холоднее?

120. Ока и Волга

Почему Ока считается притоком Волги, а не наоборот: Волга — притоком Оки?

РАЗГАДКИ, ОТВЕТЫ, РЕШЕНИЯ



Удивительная память (1)

Секрет фокуса в том, что значок на карточке — буква и цифра — сам указывает вам, какое число написано на ней.

Прежде всего вы должны помнить, что буква *A* означает 20, *B* — 30, *C* — 40, *D* — 50, *E* — 60. Поэтому буква вместе с поставленной рядом цифрой означает некоторое число. Например, *A 1* — 21, *C 3* — 43, *E 5* — 65.

Из этого числа вы по определенному правилу составляете то длинное число, которое написано на карточке. Как это делается, покажем на примере.

Пусть вам назвали *E 4*, т. е. 64. С этим числом вы проделываете следующее:

Во-первых, *складываете* его цифры:

$$6 + 4 = 10.$$

Во-вторых, *удваиваете* его:

$$64 \times 2 = 128.$$

В-третьих, *вычитаете* из большей цифры меньшую:

$$6 - 4 = 2.$$

В-четвертых, *перемножаете* обе цифры:

$$6 \times 4 = 24.$$

Все полученные результаты пишете рядом:

$$10 \ 128 \ 224.$$

Это и есть число, написанное на карточке.

Произведенные вами выкладки кратко могут быть обозначены так:

$+ \ 2 \ - \times$

т. е. сложение, удвоение, вычитание, умножение.

Еще примеры:

Значок карточки *D 3*

Какое число на ней написано?

$$D \ 3 = 53$$

$$5 + 3 = 8$$

$$53 \times 2 = 106$$

$$5 - 3 = 2$$

$$5 \times 3 = 15$$

Число 8 106 215.

Значок карточки *B 8*.

Какое число на ней написано?

$$B \ 8 = 38$$

$$3 + 8 = 11$$

$$38 \times 2 = 76$$

$$8 - 3 = 5$$

$$8 \times 3 = 24$$

Число 1 176 524.

Чтобы не обременять памяти, вы можете произносить цифры по мере того, как они у вас получаются, или же писать их медленно мелом на доске.

Догадаться об уловке, которой вы пользуетесь, нелегко, и потому этот фокус обычно сильно озадачивает зрителей.

Отгадывание спичек (2)

Секрет состоял в том, что меня попросту дурачили. Студент, который будто бы контролировал отгадывание, был сообщником брата и подавал ему сигналы.



Но как? Тут и скрыта вся хитрость. Оказывается, спички вовсе не лежали как попало; брат расположил их так, чтобы в них можно было признать части человеческого лица: верхняя спичка означала волосы, следующая под ней — лоб; далее шли глаза, нос, рот, подбородок, шея, а по бокам уши. Когда брат входил, в комнату, он первым делом бросал взгляд на мнимого контролера. А тот подносил руку то к носу, то к шее, то к правому глазу, то к левому уху и незаметно для меня давал ему знать, какая спичка задумана.

Отгадчик поневоле (3)

Фокус прост до чрезвычайности. Я и на этот раз был одурачен самым нелепым образом. Послушайте, как происходило дело хотя бы с отгадыванием пятиалтынного.

Брат просит меня сделать выбор из медных и серебряных монет. Я выбираю серебряные — случайно правильно. Но если бы я назвал медные, брат, немало не смутившись, сказал бы: «Значит, *остаются* серебряные», — и стал бы перечислять серебряные монеты.

Он так и сделал, когда потом из четырех серебряных монет я назвал как раз те две, среди которых отложенного пятиалтынного не было. Брат спокойно заявил:

— Что же у нас остается? Только полтинник и пятиалтынный.

Словом, отгадывал ли я верно, или нет, брат всякий раз выводил меня на правильную дорогу. Немудрено, что мы приходили всегда к той монете, какая была приготовлена.

Отгадывание камней домино (4)

Тут применяется тайный телеграф: секрет его знают только вы и один из ваших товарищей, с которым вы заранее сговорились. У вас условлено, что:

«я», «мой»	означает	1
«ты», «твой»	»	2
«он», «его»	»	3
«мы», «наш»	»	4
«вы», «ваш»	»	5
«они», «их»	»	6

Как пользоваться этими условными обозначениями, покажу на примерах. Пусть задуман камень $4/3$. В таком случае ваш сообщник обращается к вам с такими словами:

— *Мы* задумали камень, отгадайте *его*!

Смысл «телеграммы» таков: «мы» — 4, «его» — 3, значит задумано $4/3$.

Если задуман камень $1/5$, то сообщник ваш, улучив подходящую минуту, бросает вам такие слова:

— *А я* думаю, *вы* на этот раз не угадаете, дорогой!

Никто из не посвященных в секрет не подозревает, что в этих словах скрыто сообщение: «я» — 1, «вы» — 5.

Задумано $4/2$. Какую «телеграмму» должен отправить ваш сообщник? Что-нибудь вроде следующей:

— Ну, теперь у *нас* такой камень, что *тебе* не отгадать.

Как быть с белым полем? Для обозначения его также выбирают какое-нибудь слово, например «товарищ».

Если задуман камень $0/4$, то сообщник кричит:

— Отгадай, *товарищ*, что *мы* тут задумали!

И вы уже знаете, что речь идет о камне $0/4$.

Другой способ отгадывания домино (5)

Проследим, что мы сделали с первым числом. Мы умножили его сначала на 2, потом еще на 5, а всего на 10. Кроме того, прибавили к нему число 7, которое затем умножили на 5; иначе говоря, прибавили $7 \times 5 = 35$.

Значит, если от результата отнимем 35, то останется столько десятков, сколько очков в одной половине костяшки. Прибавление очков второй половины даст вторую цифру результата.

Теперь понятно, почему цифры результата дают сразу числа очков.

Третий фокус с домино (6)

Вам помогает при отгадывании группа из четырех слов, буквы которых указывают вам, как должны вы раскладывать камни домино в ряды. Вот эти четыре слова:

*МАКАР
РЕЖЕТ
НОЖОМ
НИТКИ.*

Заметьте, что в этих словах каждая буква повторяется дважды и только дважды. Если поэтому задумать какую-нибудь букву и указать вам ряд или ряды, содержащие эту букву, то вы без труда ее разыщите.

Слова подобраны так, что в каждых двух рядах повторяется только одна буква; точно так же в каждом одном ряду имеется только одна повторяющаяся буква.

в рядах	буква
1-м и 2-м	р
2-м и 3-м	ж
1-м и 4-м	к
только в 4-м	и

Легко понять теперь, как пользоваться этими словами для выполнения фокуса. Надо мысленно заменить камни домино буквами, причем камни одной пары должны обозначать одну и ту же букву, безразлично какую. Первая пара камней пусть обозначает две буквы *м*; вы и размещаете их на местах этой буквы в нашей схеме:

*МАКАР
РЕЖЕТ
НОЖОМ
НИТКИ.*

Вторая пара камней, взятая наудачу, обозначает две буквы *а*; кладете их на второе и четвертое места первого ряда. Третья пара домино обозначает две буквы *к* и т. д.

Когда все 20 камней размещены по местам, вы спрашиваете загадчика, в каких рядах имеются задуманные им камни. Пусть он ответил вам, что камни находятся в рядах 2-м и 4-м. Соображаете: общая буква указанных рядов, т. е. слов «режет» и «нити», — *т*. Значит, задуманные камни: 5-й второго ряда и 3-й — четвертого.

Фокус этот очень старый. Его обыкновенно показывают с игральными картами и пользуются фразой: «Наука умеет много гитик», последнее слово которой бессмысленно. Однако, фокус можно показывать с любыми 20 неоди-

наковыми предметами, например с почтовыми марками из коллекции, с фотографическими карточками, с иллюстрированными открытками и т. п.

Памятные слова, необходимые для выполнения фокуса, могут быть различными. Поэт Бенедиктов предложил когда-то фразу:

СМУТУ ВЕДЕТ ДОЛОМ СЛАВА.

Фраза «Макар режет ножом нитки» придумана одной из моих читателей. Другой читатель придумал фразу:

КРУПУ, ТАБАК БЕРЕМ ОПТОМ.

Вы сами можете отыскать еще и другие фразы, не хуже этих годные для нашей цели. Может быть, вы окажетесь даже настолько искусны, что придумаете фразу для отгадывания из 24 или 30 предметов (6 слов из 4 или из 5 букв).

В какой руке? (7)

Отгадывание основано на следующих свойствах чисел. Всякое число при *удвоении* дает *четный* результат; при *утроении* же четное число дает четный результат, нечетное — нечетный. При сложении четный результат получается, если *оба* числа четные или *оба* нечетные; от сложения четного с нечетным составляется всегда нечетная сумма. Вы можете убедиться во всем этом на ряде примеров.

Применив сказанное к нашему фокусу, легко сообразим, что *четный* результат должен получиться у нас только в том случае, если 3 копейки удваивались, т. е. были в *левой* руке. Если же 3 копейки в правой руке, то их *утраивали*, и общий результат должен получиться *нечетный*. Значит, по четному или нечетному результату можно сразу узнать, в какой руке нечетная монета — в левой или в правой.

То же можно проделывать и с другими парами монет: с 2 и 5 копейками, с 20 и 15 копейками, с 10 и 15 копейками и т. п. Умножать также можно на различные пары чисел, например на 5 и 10, на 2 и 5 и т. п.

Можно пользоваться для фокуса и не монетами. Годятся, например, спички. Отгадчик говорит:

— Возьмите в одну руку 2 спички, в другую — 5. Удвойте то, что у вас в левой, умножьте на 5 то, что в правой, и т. д.

Числовой фокус (8)

Если внимательно проследить за выкладками, то легко заметить, что у загадчика должно получиться учетверенное задуманное число да еще 4. Значит, если отнять эти 4 и разделить остальное на 4, то получится задуманное число.

Отгадать число из трех цифр (9)

Опять проследим, какие выкладки производились с каждой цифрой. Первая цифра была умножена сначала на 2, потом на 5, потом на 10, т. е. в ито-

ге на $2 \times 5 \times 10$, или на 100. Вторая цифра умножена на 10; третья прибавлена без изменения. Кроме того, ко всему этому прибавлено $5 \times 5 \times 10$, т. е. 250.

Значит, если от полученного числа отнять 250, то останется: первая цифра, умноженная на 100, плюс вторая, умноженная на 10, плюс третья цифра. Короче сказать, останется как раз задуманное число.

Отсюда ясно, как отгадать задуманное число: нужно от результата всех выкладок отнять 250. Получится то, что было задумано.

Давайте отгадывать (10)

Чтобы понять, как выполняется в этих случаях отгадывание, проследите, какие действия я заставляю вас проделывать с задуманными цифрами. В первом примере вы сначала умножили цифру на 5; потом то, что получилось, умножили на 2. Значит, вы умножили ее на 2×5 , т. е. на 10, а всякое число, умноженное на 10, дает результат, оканчивающийся нулем. Зная это, я прошу вас прибавить 7; теперь мне известно, что у вас в уме число из двух цифр: первой я не знаю, а вторую знаю — 7. Не известную мне первую цифру я прошу вас зачеркнуть. Что же теперь у вас в уме? Конечно, 7. Я могу уже назвать вам это число, но я хитер: чтобы запутать следы, я прошу вас прибавлять и отнимать от этой семерки разные числа, а сам про себя проделываю то же самое. И наконец, объявляю вам, что у вас получилось 17. Это число у вас обязательно должно получиться, какую бы цифру вы ни задумали.

Второй раз я при отгадывании иду уже другим путем, иначе вы, пожалуй, слишком рано смекнете, в чем секрет. Я заставил вас задуманную цифру сначала утроить, потом полученное снова утроить и к результату прибавить задуманную цифру. Что же, в конце концов, у вас должно составиться? Легко сообразить: ведь это все равно, что умножить задуманную цифру на $3 \times 3 + 1$, т. е. на 10. Опять я знаю, что у вас на конце нуль. Ну, а дальше по-старому: прибавляется какая-нибудь цифра, зачеркивается первая неизвестная, а с остающейся, которую я знаю, проделываются для заматывания следов разные выкладки.

Третий случай. И здесь то же самое, только на иной лад. Я прошу вас задуманную цифру удвоить, полученное опять удвоить и вновь полученное удвоить снова, а к результату дважды прибавить задуманную цифру. Что же все это дает? Дает нашу цифру, умноженную на $2 \times 2 \times 2 + 1 + 1$, т. е. на 10. Остальное понятно само собою.

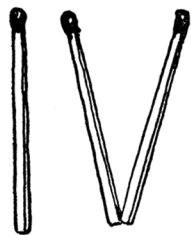
Даже если вы задумали 1 или 0, фокус удастся безошибочно.

Теперь вы не хуже меня сможете проделывать такие же опыты с теми из ваших товарищей, которые не читали этой книжки. А может быть, придумаете и собственные способы отгадывания. Дело нехитрое.

Из трех — четыре (19)

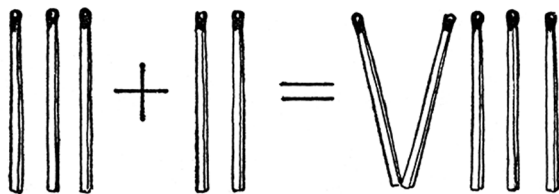
Это шуточная задача. Из трех спичек вы делаете не четыре спички, а просто «четыре» — римскую цифру IV. Составить ее из трех спичек, конечно,

очень легко. Таким же незамысловатым способом можете вы из трех спичек сделать шесть (VI), из четырех спичек — семь (VII) и т. д.



Три да два — восемь (20)

Вот нехитрое решение этой задачи-шутки:



Игра в 11 (32)

Если вы делаете первый «ход», вы должны взять 2 спички; остается 9. Сколько бы ни взял после вас второй игрок, вы следующим ходом должны оставить на столе только 5 спичек; легко сообразить, что вы всегда можете это сделать. А сколько бы из этих пяти ни взял ваш противник, вы вслед за ним оставляете ему одну спичку и выигрываете.

Если игру начинаете не вы, то ваш выигрыш зависит оттого, знает ли противник секрет беспроеигрышной игры, или нет.

Какие слова? (33)

- | | |
|--------------|-----------------|
| 1. Приток. | 6. Одуванчик. |
| 2. Иволга. | 7. Кастрюля. |
| 3. Виноград. | 8. Мельница. |
| 4. Солнце. | 9. Лекарство. |
| 5. Человек. | 10. Зубочистка. |

Любопытно, что те сочетания, которые произносятся легче, отгадываются труднее, чем другие. Например, «носцел» (солнце) или «виночудак» (одуванчик) не так легко разгадать, как «кихенат» (техника) или «цильмане» (мельница).

Новые загадки (36)

I. *Кот*. Когда кот, выпавшись, поднимается, он изгибает спину горбом.

II. *Кот*. Если читать справа налево, получится «ток», который бежит по электрическим проводам.

III. *Река*. В нее вливаются притоки и дождь; из нее вода изливается в море или в другие места.

IV. *Печь* комнатная. В нее кладут белые дрова, а вынимают черные уголья.

V. *Дождь*. Упав из облаков, он просачивается в землю.

VI. *Мокрые* (после купанья).

VII. *Мельница*.

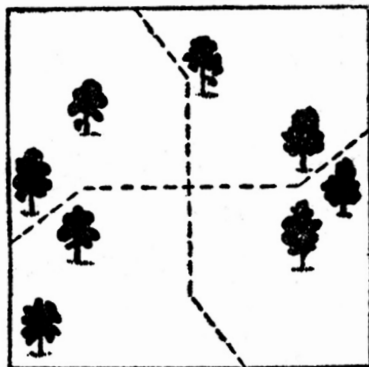
VIII. *Снег*. Когда тает много снега (снег «умирает»), образуются бурные, ревущие потоки воды.

IX. *Замок*.

X. *Двое людей*, стоящих на противоположных точках земного шара. Каждый из них считает другого находящимся под ним.

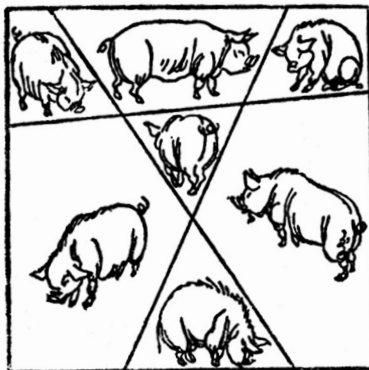
На четыре части (40)

Способ раздела:



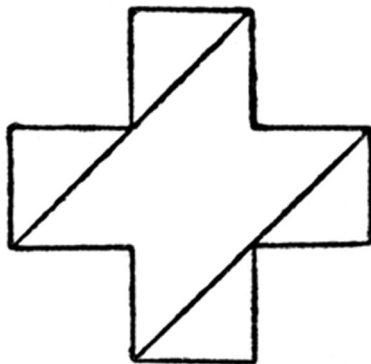
Тремя прямыми линиями (41)

Решение задачи:



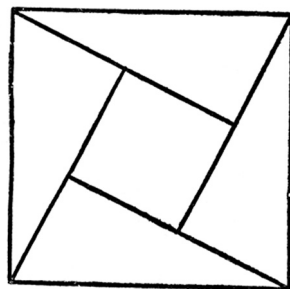
Из пяти кусочков (42)

Вот как надо сложить пять кусочков:



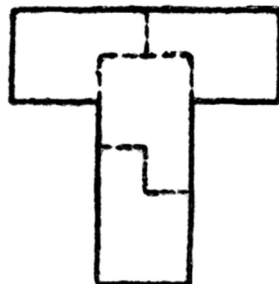
Из других пяти кусочков (43)

Квадрат составляется так:



На четыре части (44)

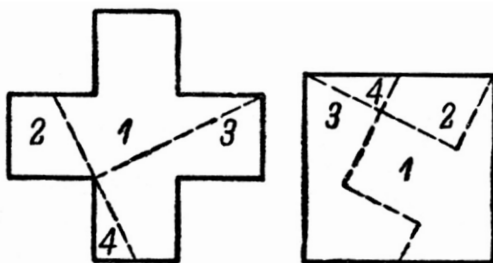
Как нужно разделить земельный участок, показано пунктирными линиями.



Двумя взмахами ножниц (45)

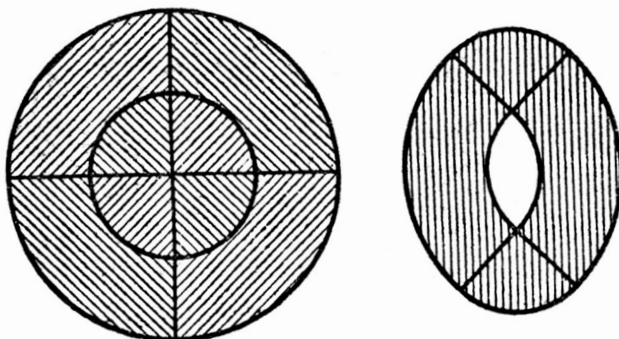
Первым взмахом ножниц вы отрезаете от креста два крайних кусочка, а вторым взмахом разрезаете на две части оставшийся кусок.

Как следует приложить друг к другу полученные четыре кусочка, чтобы составил квадрат, показано на правом рисунке.



Сделать круг (46)

Столяр разрезал каждую из принесенных досок на четыре части так, как изображено на правом рисунке. Из четырех меньших кусков он составил кружок, к которому приклеил по краям остальные четыре куска. Получилась отличная доска для круглого столика.





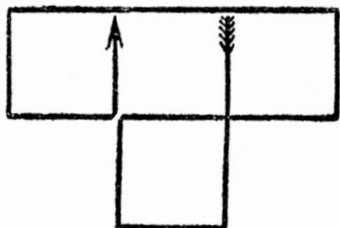
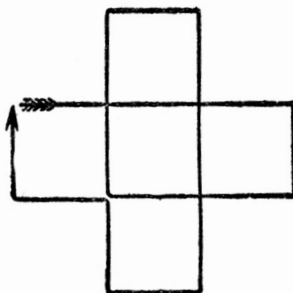
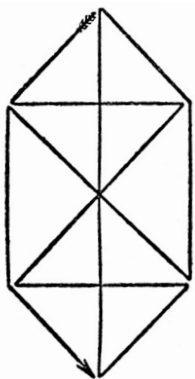
Что тут написано? (47)

Поднесите кружок к глазам так, как показано на этом рисунке. Вы ясно прочтете сначала слово «государственное», а затем, повернув кружок, увидите и другое слово — «издательство».

Буквы сильно вытянуты и сужены, поэтому трудно прочесть их прямо. Но когда ваш взгляд скользит вдоль букв, их длина сокращается, ширина же остается прежняя. От этого буквы получают обыкновенный вид, и написанное читается без труда.

Нельзя или можно? (49)

Рассмотрите прилагаемые чертежи, и вы уловите путь, каким надо вести карандаш, чтобы, не отрывая его от бумаги, изобразить требуемые фигуры. Для фигуры креста безразлично, откуда начать рисование, потому что в ней во всех точках пересечения сходится четное число линий (две или четыре). В остальных двух фигурах надо разыскать «нечетные» точки и из одной из них начинать вырисовывать чертеж.



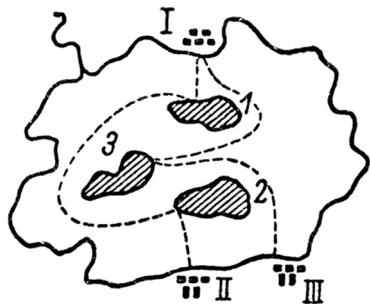
Путешествие по островам (50)

Маршрут путешествия показан на рисунке. Так как на каждый остров и на берег ведет четное число мостов, то начать странствование можно из любого места.



Три острова (51)

Три пути от рыбацких поселков к островам показаны на рисунке пунктирными линиями.



Что шире и что выше? (52)

На глаз кажется, что левая фигура шире и ниже, чем правая. Проверив бумажкой, вы убедитесь, что глаза обманули вас: обе фигуры одинаковы и по ширине и по длине. Это обман зрения.

Много ли рыбы? (56)

Помогу читателю разыскать добычу удильщика. Одна рыбина покоится головой вниз на спине рыболова. Вторая поместилась между его головой и руками, держащими удище. Третья расположилась под его ногами.

Фигурки-головоломки (57)

Посмотрите дальше, как складываются фигурки, изображенные на стр. 109–112.

19



21



20



6



22



5



7



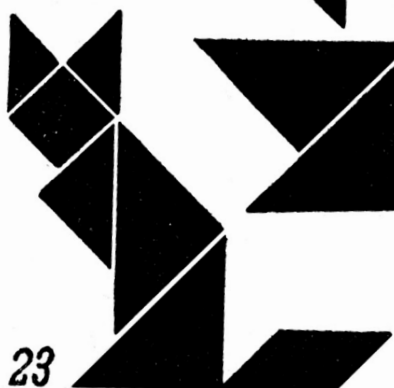
9



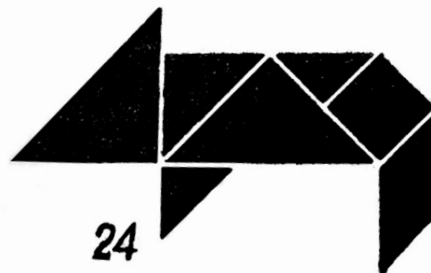
4

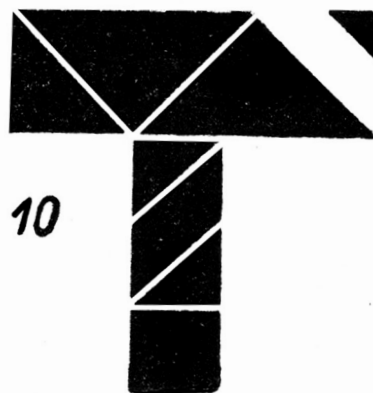


23



24





10



11



14



12



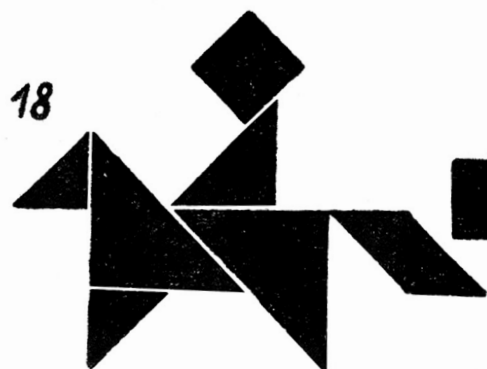
17



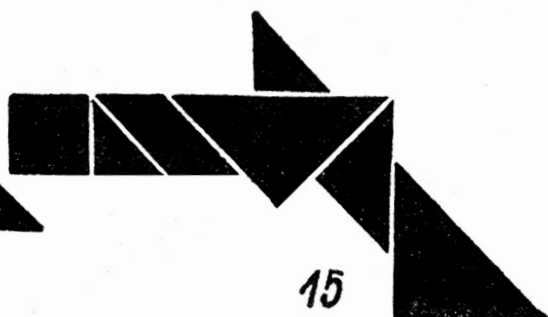
13



16



18



15

25



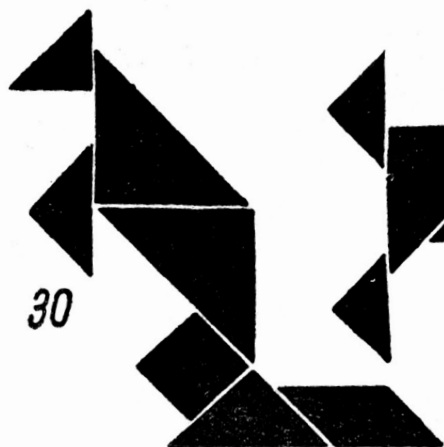
26



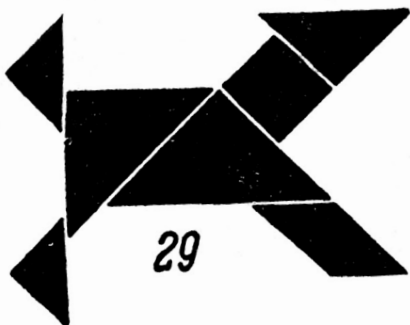
27



28



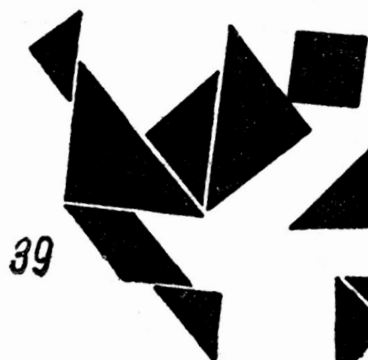
30



29



42



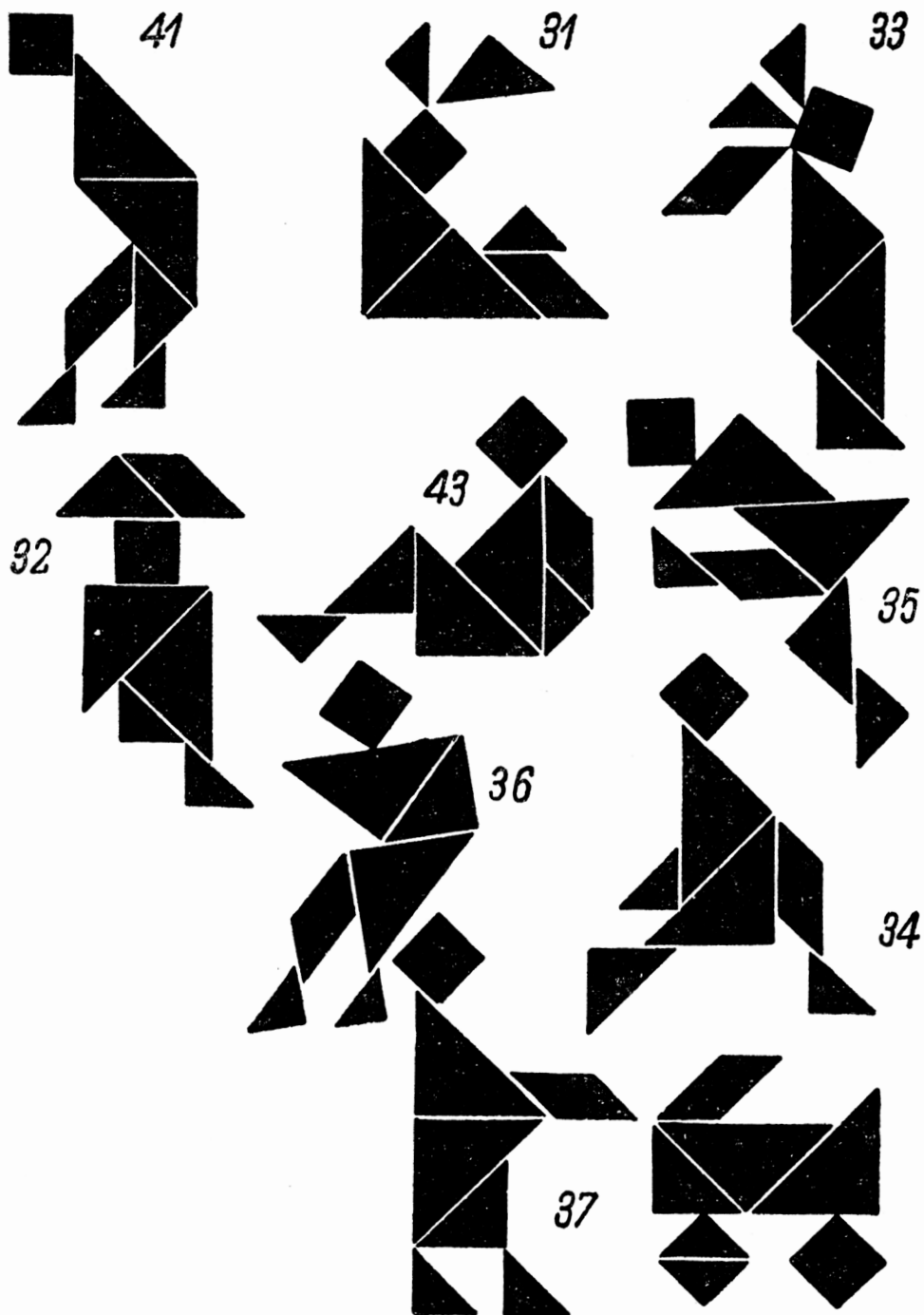
39



40



38



Юный сторож (58)

Не умел считать крестьянин. Степка же сосчитал правильно. В самом деле: за 1-й час Степке причитался 1 орех, за 2-й — 2, за 3-й — 4, за 4-й — 8, за 5-й — 16, за 6-й — 32, за 7-й — 64, за 8-й — 128, за 9-й — 256, за 10-й — 512. Пока все вместе составляет немного больше тысячи орехов. Но будем продолжать подсчет: за 11-й час Степке следовало 1 024 ореха, за 12-й — 2 048, за 13-й — 4 096, за 14-й — 8 192, за 15-й — 16 384.

Числа получаются изрядные; но какие же тут тысячи тачек? Однако:

за 16-й час причитается	32 768
» 17-й » »	65 536
» 18-й » »	131 072
» 19-й » »	262 144
» 20-й » »	524 288

Все вместе составляет уже больше миллиона орехов!

Но сутки не кончены — остается еще 4 часа.

За 21-й час причитается	1 048 576
» 22-й » »	2 097 152
» 23-й » »	4 194 304
» 24-й » »	8 388 608

А если сложить все 24 часа вместе, то составит 16 777 215 — почти 17 миллионов орехов. Это и будет та тысяча тачек, о которой говорил Степка.

Как получить 20? (60)

Вот как это надо сделать (зачеркнутые цифры заменены нулями):

011
000
009

Действительно: $11 + 9 = 20$.

Из семи цифр (61)

Задача имеет не одно, а три разных решения. Вот они:

$$\begin{aligned} 123 + 4 - 5 - 67 &= 55; \\ 1 - 2 - 3 - 4 + 56 + 7 &= 55; \\ 12 - 3 + 45 - 6 + 7 &= 55. \end{aligned}$$

Пятью единицами (62)

Написать число 100 пятью единицами очень просто:

$$111 - 11 = 100.$$

Пятью пятерками (63)

$$5 \times 5 \times 5 - (5 \times 5).$$

Это равно 100, потому что $125 - 25 = 100$.

Пятью тройками (64)

$$33 \times 3 + \frac{3}{3} = 100.$$

Пятью двойками (65)

$$22 + 2 + 2 + 2 = 28.$$

Четырьмя двойками (66)

$$\frac{222}{2} = 111.$$

Четырьмя тройками (67)

$$1 = \frac{33}{33} \text{ (есть и другие способы).}$$

$$2 = \frac{3}{3} + \frac{3}{3};$$

$$4 = \frac{3 \times 3 + 3}{3};$$

$$3 = \frac{3 + 3 + 3}{3};$$

$$6 = (3 + 3) \times \frac{3}{3}.$$

Мы привели здесь только по одному решению, но можно придумать и еще. Например, число 8 можно составить не только так, как здесь показано, но еще и иначе:

$$8 = \frac{33}{3} - 3.$$

Четырьмя четверками (68)

$$1 = \frac{44}{44}, \text{ или } \frac{4+4}{4+4}, \text{ или } \frac{4 \times 4}{4 \times 4} \text{ и т. д.}$$

$$6 = \frac{4+4}{4} + 4;$$

$$2 = \frac{4}{4} + \frac{4}{4}, \text{ или } \frac{4 \times 4}{4+4};$$

$$7 = 4 + 4 - \frac{4}{4}, \text{ или } \frac{44}{4} - 4;$$

$$3 = \frac{4+4+4}{4}, \text{ или } \frac{4 \times 4 - 4}{4};$$

$$8 = 4 + 4 + 4 - 4, \text{ или } 4 \times 4 - 4 - 4;$$

$$4 = 4 + 4 \times (4 - 4);$$

$$9 = 4 + 4 + \frac{4}{4}$$

$$5 = \frac{4 \times 4 + 4}{4};$$

$$10 = \frac{44 - 4}{4}$$

Который год? (69)

Будет только один такой год в XX веке: 1961-й.

В зеркале (70)

Единственные цифры, которые не искажаются в зеркале, — это 1, 0 и 8. Значит, искомый год может содержать в себе только такие цифры. Кроме того, мы знаем, что это один из годов XIX века, т. е. что первые его две цифры 18.

Легко сообразить теперь, какой это год: 1818-й.

В зеркале 1818 год превратится в 8181-й: это ровно в $4\frac{1}{2}$ раза больше, чем 1818:

$$1818 \times 4\frac{1}{2} = 8181.$$

Других решений задача не имеет.

Какие числа? (71)

Ответ прост: 1 и 7. Других таких чисел нет.

Сложить и перемножить (72)

Таких чисел сколько угодно:

$$\begin{array}{ll} 3 \times 1 = 3, & 3 + 1 = 4, \\ 10 \times 1 = 10, & 10 + 1 = 11, \end{array}$$

и вообще всякая пара целых чисел, из которых одно — единица.

Это потому, что от прибавления единицы число увеличивается, а от умножения на единицу остается без перемены.

Столько же (73)

Числа эти 2 и 2. Других целых чисел с такими свойствами нет.

Три числа (74)

1, 2 и 3 дают при перемножении и при сложении одно и то же:

$$1 + 2 + 3 = 6; \quad 1 \times 2 \times 3 = 6.$$

Умножение и деление (75)

Таких чисел очень много. Например:

$$\begin{array}{ll} 2 : 1 = 2; & 2 \times 1 = 2; \\ 7 : 1 = 7; & 7 \times 1 = 7; \\ 43 : 1 = 43; & 43 \times 1 = 43. \end{array}$$

Вдесятеро больше (76)

Вот еще четыре пары таких чисел:

11 и 110; 14 и 35; 15 и 30; 20 и 20.

В самом деле:

$$11 \times 110 = 1210; \quad 15 \times 30 = 450;$$

$$11 + 110 = 121; \quad 15 + 30 = 45;$$

$$14 \times 35 = 490; \quad 20 \times 20 = 400;$$

$$14 + 35 = 49; \quad 20 + 20 = 40.$$

Других решений задача не имеет. Довольно хлопотливо разыскивать решения вслепую. Знание начатков алгебры значительно облегчает дело и дает возможность не только отыскать все решения, но и удостовериться, что больше пяти решений задача не имеет.

На что он множил? (77)

Рассуждаем так. Цифра 6 получилась от сложения колонки из двух цифр, из которых нижняя может быть либо 0, либо 5. Но если нижняя 0, то верхняя 6. А может ли верхняя цифра быть 6? Пробуем: оказывается, чему бы ни равнялась вторая цифра множителя, никак не получается 6 на предпоследнем месте первого частного произведения. Значит, нижняя цифра предпоследней колонки должна быть 5; тогда над ней стоит 1. Теперь легко восстановить часть стертых цифр:

$$\begin{array}{r} 235 \\ \cdot \cdot \\ \hline \cdot \cdot 1 \cdot \\ \cdot \cdot \cdot 5 \\ \hline \cdot \cdot 56 \cdot \end{array}$$

Последняя цифра множителя должна быть больше 4, иначе первое частное произведение не будет состоять из четырех цифр. Это не может быть цифра 5 (не получается 1 на предпоследнем месте). Пробуем 6 — годится. Имеем:

$$\begin{array}{r} 235 \\ \cdot 6 \\ \hline 1410 \\ \cdot \cdot \cdot 5 \\ \hline \cdot \cdot 560 \end{array}$$

Рассуждая далее подобным же образом, находим, что множитель — 96.

Сестры и братья (78)

Всех семеро: четыре брата и три сестры. У каждого брата три брата и три сестры; у каждой сестры четыре брата и две сестры.

Сколько детей? (79)

Всех детей семь: шесть сыновей и одна дочь. (Обычно же отвечают, что детей двенадцать; но тогда у каждого сына было бы шесть сестер, а не одна.)

Завтрак (80)

Дело объясняется очень просто. Село за стол не четверо, а только трое: дед, его сын и внук. Дед и сын — отцы, а сын и внук — сыновья.

Сколько им лет? (81)

Рассчитать, сколько лет каждому, нетрудно. Ясно, что сын старше внука в 7 раз, а дед в 12 раз. Если бы внуку был 1 год, сыну было бы 7 лет, деду — 12 лет, а всем троим вместе 20 лет. Это ровно в 5 раз меньше, чем на самом деле. Значит, в действительности внуку 5 лет, сыну 35 и деду 60.

Проверим: $5 + 35 + 60 = 100$.

Землекопы (82)

На удочку этой задачи легко попасться: можно думать, что если 5 землекопов в 5 часов вырыли 5 метров канавы, то для выкопки в 100 часов 100 метров понадобится 100 человек. Однако, это совершенно неправильное рассуждение: понадобятся те же 5 землекопов, не больше.

В самом деле: 5 землекопов в 5 часов выкапывают 5 метров; значит, 5 землекопов в 1 час вырыли бы 1 метр, а в 100 часов — 100 метров.

Сколько партий? (83)

Обычно отвечают, что каждый играл по одному разу, не соображая, что трое (и вообще нечетное число) игроков никак не могут играть каждый только по одному разу: с кем же тогда играл третий игрок? В каждой партии должно ведь участвовать два партнера. Если играли A , B и C и сыграно было три партии, то это значит, что играли

$$\begin{aligned} &A \text{ с } B, \\ &A \text{ с } C, \\ &B \text{ с } C. \end{aligned}$$

Легко видеть, что каждый играл не по одному разу, а по два:

$$\begin{aligned} &A \text{ играл с } B \text{ и с } C, \\ &B \gg \text{ с } A \text{ и с } C, \\ &C \gg \text{ с } A \text{ и с } B. \end{aligned}$$

Итак, правильный ответ на головоломку таков: каждый из троих играл по два раза, хотя сыграно было всего три партии.

Кто старше? (84)

Ни тот, ни другая не старше: они близнецы, и каждому из них в данное время по 6 лет.

Возраст находят простым расчетом: через два года мальчик будет на 4 года старше, чем два года назад, и притом вдвое старше; значит, 4 года — это возраст его два года назад, и, следовательно, сейчас ему $4 + 2 = 6$ лет.

Таков же и возраст девочки.

Улитка (85)

Через 10 суток и 1 день. В первые 10 суток улитка поднимется на 10 метров, по 1 метру в сутки; в течение же одного следующего дня она всползет еще на 5 метров, т. е. достигнет верхушки дерева. (Обыкновенно неправильно отвечают: «Через 15 суток».)

Пильщики дров (86)

Часто отвечают: в $1\frac{1}{2} \times 5$, т. е. в $7\frac{1}{2}$ минут. При этом забывают, что последний разрез даст *два* метровых отрубка. Значит, распиливать 5-метровое бревно поперек придется не 5, а 4 раза; на это уйдет всего

$$1\frac{1}{2} \times 4 = 6 \text{ минут.}$$

В город (87)

Колхозник ничего не выгадал, а потерял. На вторую половину дороги он употребил столько времени, сколько отняло бы у него все путешествие в город пешком. Значит, он выгадать во времени не может, а должен потерять. Потерял он $\frac{1}{5}$ того времени, какое нужно, чтобы пройти пешком половину дороги.

В колхоз (88)

Решение этой задачи ясно из следующих выкладок:

24 км в гору и 8 км под гору — 4 ч. 30 мин.

8 км в гору и 24 км под гору — 2 ч. 50 мин.

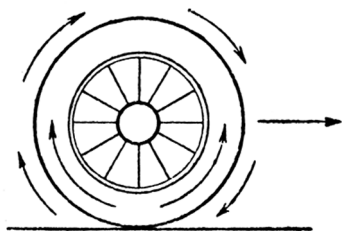
Умножив вторую строку на 3, имеем:

24 км в гору и 8 км под гору — 4 ч. 30 мин.

24 км в гору и 72 км под гору — 8 ч. 30 мин.

Отсюда ясно, что 72 без 8, т. е. 64 километра под гору велосипедист проезжает в 8 ч 30 мин без 4 ч. 30 м., т. е. в 4 ч. Следовательно, в час он проезжал под гору $64 : 4 = 16$ километров.

Сходным образом найдем, что в гору он проезжал в час 6 километров. Легко убедиться проверкой в правильности ответов.



Автомобильное колесо (89)

Воздух внутри шины движется сразу в двух направлениях. От того места, где шина сжимается под грузом машины, воздух вытесняется и вперед — в еще не сжатую часть шины, и назад — в сейчас освободившуюся от сдавливания часть.

Галки и палки (90)

Эта старинная народная задача решается так. Спросим себя: на сколько во второй раз для заполнения мест на палках нужно было бы иметь больше галок, чем в первый? Легко сообразить: в первом случае для одной галки не хватило места, во втором же сидели все галки и еще двух не хватило; значит, чтобы занять все палки, нужно бы во второй раз иметь на $1 + 2$, т. е. на 3 галки больше, чем в первый. Садится же на каждую палку на одну птицу больше. Ясно, что всех палок было три. Посадим на каждую палку по галке и прибавим еще одну — получим число птиц: 4.

Итак, вот ответ на вопрос задачи: четыре галки, три палки.

Два школьника (91)

Из того, что передача одного яблока уравнивает их число у обоих школьников, следует, что у одного на 2 яблока больше, чем у другого. Если от меньшего числа отнять одно яблоко и прибавить к большему числу, то разница увеличится еще на 2 и станет равна 4. Мы знаем, что тогда большее число будет равно двойному меньшему. Значит, меньшее число тогда будет 4, а большее — 8.

До передачи одного яблока у одного школьника было $8 - 1 = 7$, а у другого $4 + 1 = 5$.

Проверим, становятся ли числа равными, если от большего отнять одно яблоко и прибавить к меньшему:

$$7 - 1 = 6; \quad 5 + 1 = 6.$$

Итак, у одного школьника было 7 яблок, а у другого — 5.

Цена пряжки (92)

Вы, вероятно, решили, что пряжка стоит 8 копеек. Если так, то вы ошиблись. Ведь тогда пояс был бы дороже пряжки не на 60 копеек, а всего на 52 копейки.

Правильный ответ: цена пряжки 4 копейки.

Тогда пояс стоит $68 - 4 = 64$ копеек, т. е. на 60 копеек дороже пряжки.

Сколько стаканов? (93)

Сравнивая первую и третью полки, мы замечаем, что они отличаются друг от друга следующим: на третьей полке один лишний сосуд среднего размера, зато нет трех малых сосудов. А так как общая вместимость сосудов каждой полки одинакова, то, очевидно, вместимость одного среднего сосуда равна вместимости трех малых. Итак, средний сосуд вмещает 3 стакана. Теперь остается определить вместимость большого сосуда. Заменив на первой полке средние сосуды соответствующим числом стаканов, мы получаем один большой сосуд и 12 стаканов.

Сравнив это со второй полкой, соображаем, что один большой сосуд вмещает 6 стаканов.

Бочки меду (94)

Задача решается довольно легко, если сообразить, что в 21 купленной бочке было меда $7 + 3\frac{1}{2}$, т. е. $10\frac{1}{2}$ бочек.

Значит, каждый кооператив должен получить $3\frac{1}{2}$ бочки меду и 7 бочек тары.

Выполнить дележ можно двояко. По одному способу кооперативы получают:

1-й кооператив	{ 3 полных 1 полуполную 3 пустых }	Итого меду $3\frac{1}{2}$ бочки
2-й кооператив	{ 2 полных 3 полуполных 2 пустых }	Итого меду $3\frac{1}{2}$ бочки
3-й кооператив	{ 2 полных 3 полуполных 2 пустых }	Итого меду $3\frac{1}{2}$ бочки

По другому способу кооперативы получают

1-й кооператив	{ 3 полных 1 полуполную 3 пустых }	Итого меду $3\frac{1}{2}$ бочки
2-й кооператив	{ 3 полных 1 полуполную 3 пустых }	Итого меду $3\frac{1}{2}$ бочки

3-й кооператив	$\left\{ \begin{array}{l} 1 \text{ полную} \\ 5 \text{ полуполных} \\ 1 \text{ пустую} \end{array} \right\}$	Итого меду 3½ бочки
-------------------	--	------------------------

Мишины котята (95)

Нетрудно понять, что $\frac{3}{4}$ котенка есть четвертая доля всех котят.

Значит, всех котят было вчетверо больше, чем $\frac{3}{4}$, т. е. три. Действительно, $\frac{3}{4}$ от трех составляет $2\frac{3}{4}$, и остается $\frac{3}{4}$ котенка.

Квадратный метр (96)

В тот же день Алеша убедиться в этом никак не мог. Даже если бы он считал круглые сутки непрерывно, то и тогда насчитал бы в одни сутки только 86 400 клеточек. Ведь в 24 часах всего 86 400 секунд. Ему надо было бы считать без перерывов почти двенадцать дней, а по восьми часов в сутки — целый месяц, чтобы досчитать до миллиона.

Задача о волосах (97)

Среди школьников наверняка имеются даже не двое, а целые десятки ребят с одинаковым числом волос. Это следует из того, что число всех школьников больше, чем число волос на голове каждого из них. Школьников с различным числом волос может быть не более 200 000.

Как поделить яблоки? (98)

Яблоки были разделены таким образом. Три яблока разрезаны были каждое пополам; получилось 6 половинок, которые и раздали ребятам. Остальные два яблока разрезали каждое на три равные доли; получилось 6 третьих долей, которые тоже раздали ребятам. Каждому мальчику было дано, значит, по одной половине и по одной третьей доле яблока, т. е. все ребята получили поровну.

Как видите, ни одно яблоко не было разрезано больше, чем на три равные части.

Почтовые марки (99)

Эта задача имеет только одно решение.

Гражданин купил:

50-копеечных марок	1 штуку
10-копеечных марок	39 штук
1-копеечных марок	60 штук

Действительно:

всех марок $1 + 39 + 60 = 100$ штук.

А стоят они:

$50 + 390 + 60 = 500$ копеек.

Сколько монет? (100)

Задача имеет четыре решения. Вот они:

	I способ	II способ	III способ	IV способ
Рубли.....	1	2	3	4
Гривенники....	36	25	14	3
Копейки.....	5	15	25	35
Всех монет.....	42	42	42	42

Почем лимоны? (101)

Мы знаем, что 36 штук лимонов стоят столько рублей, сколько на 16 рублей дают лимонов. Но 36 штук стоят:

$36 \times (\text{цену штуки}).$

А на 16 рублей дают штук:

$\frac{16}{(\text{цену штуки})}.$

Значит:

$36 \times (\text{цену штуки}) = \frac{16}{\text{цену штуки}}.$

Если бы правую часть не делили на цену штуки, то в левой части получили бы больше в (цену штуки) раз, т. е. 16:

$36 \times (\text{цену штуки}) \times (\text{цену штуки}) = 16.$

Если бы левую часть не множили на 36, то в правой части получили бы меньше в 36 раз:

$(\text{цена штуки}) \times (\text{цену штуки}) = \frac{16}{36}.$

Ясно, что цена штуки $= \frac{4}{6} = \frac{2}{3}$ рубля, а стоимость дюжины лимонов $= \frac{2}{3} \times 12 = 8$ рублей.

Книжный червь (102)

Обычно отвечают, что червь прогрыз $800 + 800$ страниц да еще две крышки переплета. Но это не так. Поставьте рядом две книги: первую налево, вторую направо. И тогда посмотрите, сколько страниц между первой страницей первой книги и последней страницей второй книги. Вы убедитесь, что между ними нет *ничего*, кроме двух крышек переплета.

Книжный червь испортил, значит, только переплеты книг, не тронув их листов.

Одна лодка на троих (103)

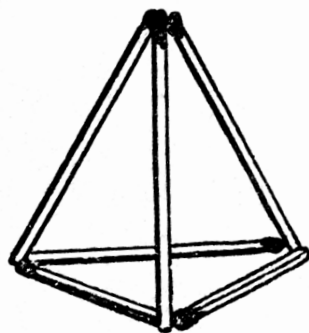
Замки должны быть продеты один сквозь другой, как показано на рисунке. Легко видеть, что эту цепь из трех замков каждый владелец может разнять и вновь замкнуть своим ключом.



Из шести спичек (104)

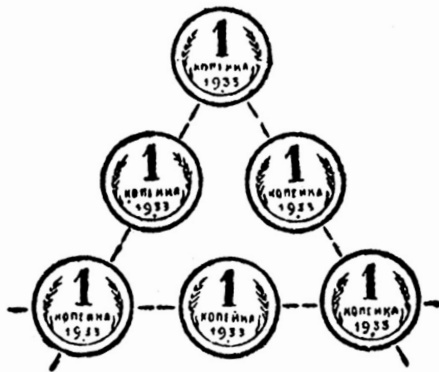
Вы, вероятно, пытались составить плоскую фигуру из шести спичек, и, конечно, безуспешно, потому что так задача неразрешима. Но ведь никто не мешает вам располагать треугольники в *пространстве*.

И тогда она решается очень просто: стоит лишь построить из шести спичек пирамидку. У вас получается тогда четыре равносторонних треугольника из шести спичек.



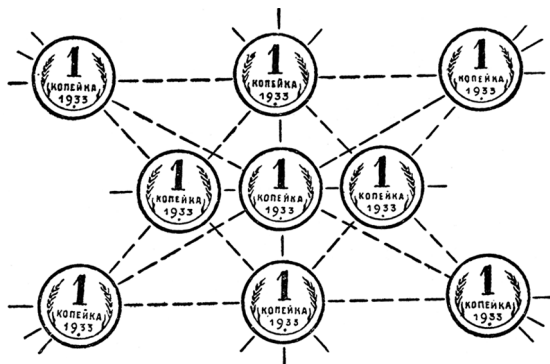
Шесть монет (105)

Шесть монет можно расположить в три ряда по три в каждом следующим образом:



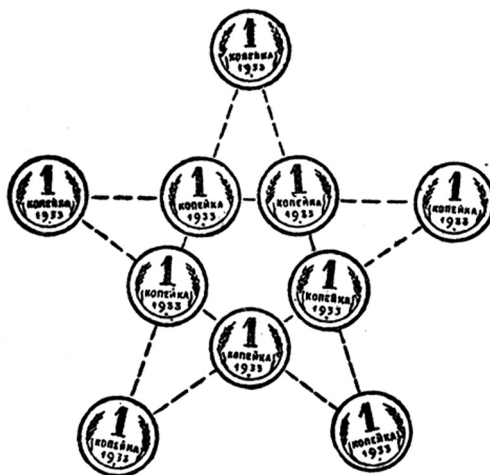
Девять монет (106)

Девять монет в десяти рядах по три монеты в каждом располагаются так:



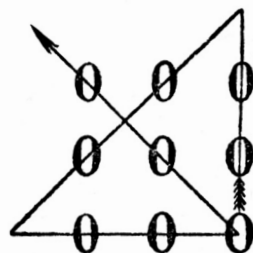
В пять рядов (107)

Вот решение задачи. Монеты образуют, как видите, пятиконечную красноармейскую звезду.



Девять нулей (108)

Задача решается так, как показано на чертеже.



Тридцать шесть нулей (109)

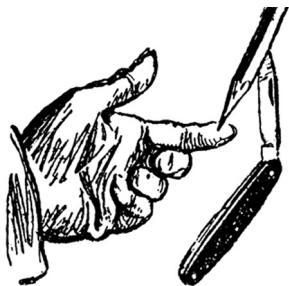
Так как из 36 нулей надо зачеркнуть 12, то должно остаться 36 — 12, т. е. 24, по 4 нуля в каждом ряду.

Расположение незачеркнутых нулей таково:

0		0	0	0	
		0	0	0	0
0	0	0			0
0	0		0		0
0	0			0	0
	0	0	0	0	

В девяти клетках (110)

Запретной монеты вы не трогаете, но весь нижний ряд клеток переносите наверх. Расположение изменилось, однако требование задачи выполнено: монета со спичкой не двинута с места.



Карандаш на острие (111)

Чтобы карандаш устойчиво держался на конце пальца, надо воткнуть в него сбоку клинок перочинного ножа. С первого взгляда кажется, что карандаш с таким грузом еще труднее удержать стоймя. Но попробуйте, и вы убедитесь, что карандаш стоит очень устойчиво.

Монета на пальце (112)

Задача разрешается удачным щелчком. Надо дать сильный щелчок по краю картонной полоски: она будет вышиблена этим ударом, а монета останется лежать на пальце, ничуть не потревоженная. После двух-трех проб опыт выходит очень удачно.

Почему так происходит, мы здесь разбирать не станем. Об этом подробно рассказывается в моей книжке «Физика на каждом шагу».



Игла на воде (113)

Чтобы заставить иглу плавать на воде, надо поступить так. На поверхность воды положите кусочек папиросной бумаги, на бумажку — иголку. Они, конечно, будут плавать. Вооружитесь другой иглой и осторожно, терпеливо отгибайте под воду края бумажки. Бумажка упадет на дно сосуда, а игла — если вы действовали достаточно осмотрительно — останется плавающей на поверхности воды.

Ходьба и бег (114)

Не следует думать, что всякий бег быстрее ходьбы и что в этом все различие между ними. Иная ходьба быстрее бега; существует даже «бег на месте», при котором бегущий вовсе не подвигается вперед. Главное отличие бега от ходьбы в другом, — именно в том, что при ходьбе тело наше все время касается земли какой-либо точкой ноги; при беге же бывает на каждом шагу момент, когда тело бегущего совсем отделяется от земли, не касается ее ни в одной точке.

Оси телег (115)

Обычно передние колеса меньше задних. Поэтому, пройдя определенное расстояние, передние колеса оборачиваются большее число раз, чем задние, и, конечно, сильнее стирают свои оси.

Где шар опустится? (117)

Описанный способ путешествия совершенно неисполним. Земля вертится не сама по себе, а вместе с воздухом, который ее окружает. Уже по одному этому шар будет увлекаться вращением земли, т. е. будет все время оставаться над тем местом, с которого он поднялся. Но если бы и не было воздуха, все подброшенные вверх вещи продолжали бы двигаться по инерции, оставаясь как раз над теми местами земного шара, с которых они брошены. Значит, воздушный шар, сколько бы ни висел над землей, при отсутствии ветра опустится на то же самое место, с которого он поднялся.

Бывает ли? (118)

Январские жары и июльские морозы бывают в южном полушарии земли, по ту сторону экватора. Когда у нас в северном полушарии зима, тогда в южном — лето, и наоборот.

Юг и север (119)

Нет, не всюду. Это верно только для северного полушария. В южном полушарии, по ту сторону экватора (например в Австралии), бывает как раз наоборот: чем южнее, тем холоднее, а чем севернее, тем жарче.

Ока и Волга (120)

Признак, по которому отличают приток от главной реки, состоит не в длине, не в ширине или глубине рек, а в количестве протекающей в них воды. Так как в Оке, близ места ее соединения с Волгой, протекает каждую секунду меньше кубометров воды, нежели в Волге, то Оку считают притоком, а Волгу — главной рекой.

В противном случае считали бы наоборот.

ЧИСЛА. ВЕЛИКАНЫ



ВЫГОДНАЯ СДЕЛКА



ЧЕЛОВЕК, от которого я слышал эту историю, не сказал мне, где и когда она произошла. Может быть, и вовсе не происходила; даже вернее всего, что так. Но она настолько занята, что я все же расскажу вам ее в том виде, в каком сам слышал.

I.

К богачу миллионеру явился однажды неизвестный человек и предложил вступить с ним в денежную сделку — такую, о какой богачу до тех пор не приходилось и слышать.

— С завтрашнего дня — сказал незнакомец — я буду целый месяц приносить тебе ежедневно по тысяче рублей.

Миллионер слушал, затаив дыхание. Незнакомец замолчал.

— Ну, говори же! Что хочешь за это получить?

— В первый день заплатишь за тысячу рублей всего одну копейку.

— Одну копейку? — переспросил богач, думая, что ослышался.

— Одну копейку. За вторую тысячу заплатишь две копейки.

— Ну, — не терпелось миллионеру. — А дальше?

— А дальше: за третью тысячу 4 копейки, за четвертую 8, за пятую — 16.

И так целый месяц, каждый день вдвое против предыдущего.

— И все?

— Все. Больше ничего не потребую. Только крепко держать уговор: каждое утро буду носить по тысяче рублей, а ты плати, что сговорено. Раньше месяца кончать не смей.

«Тысячи рублей за копейки отдает. Верно, деньги фальшивые, или не в полном уме человек», — подумал богач.

— Ладно, — согласился он. — Неси деньги. Я-то свои уплачу аккуратно. Сам, смотри, не обмани; правильные деньги приноси.

— Будь покоен. Завтра с утра жди.

Незнакомец ушел, а миллионер долго раздумывал: придет завтра странный посетитель или уж не появится больше? Как бы не спохватился, что слишком невыгодное дело затеял...

II

Рано утром постучал в окошко вчерашний гость.

— Деньги готовь! — говорит. — Я свои принес.

И, действительно, стал выкладывать деньги, — настоящие, не фальшивые бумажки.



Отсчитал ровно тысячу и говорит:

— Вот мое по уговору. Теперь твой черед платить.

Богач положил на стол медную копейку и с опаской дожидался, возьмет гость монету или раздумает, свою тысячу назад потребует.

Посетитель осмотрел копейку, взвесил в руке и спрятал в суму.

— Завтра в такое же время жди. Да не забудь две копейки припасти, — сказал он и ушел.

Богач не верил удаче: тысяча рублей с неба свалилась! Снова пересчитал принесенные деньги, удостоверился хорошенько, что не фальшивые: все было, как следует. Запрятал деньги подальше и стал ждать завтрашней тысячи.

Ночью взяло его сомнение: не разбойник ли простаком прикинулся, хочет поглядеть, куда деньги прячу, да и ограбить? Запер богач двери покрепче, с вечера в окна поглядывал, прислушивался, долго заснуть не мог.

Наутро снова стук в окно: незнакомец деньги принес. Отсчитал полную тысячу, получил две копейки, спрятал монету в суму и ушел, бросив на прощанье:



— К завтрашнему утру четыре копейки, смотри, приготовь!

Снова радуется богач: вторая тысяча даром досталась! А гость и не похож на грабителя: по сторонам не глядит, не высматривает, лишнего не выспрашивает, свои только копейки требует.

Чудак! Побольше бы таких на свете, умным людям хорошо бы жилось...

На третье утро опять стук в окно. Явился незнакомец — и третья тысяча перешла к богачу за 4 копейки.

Еще день, и таким же манером явилась четвертая тысяча — за восемь копеек.

Пришла и пятая тысяча — за 16 копеек.

Потом шестая — за 32 копейки.

К концу недели получил наш богач уже 7 тысяч рублей, а уплатил пустяк:

1 коп. + 2 коп. + 4 коп. + 8 коп. + 16 коп. + 32 коп. + 64 коп. + 1 р. 28 коп.

Понравилось это алчному миллионеру, и он уже стал сожалеть, что уговорился всего на один только месяц. Больше 30 тысяч получить не удастся. Разве уговорить чудака продлить срок еще хоть на две три недели? Боязно: как бы не спохватился, что зря деньги отдает...

А незнакомец по-прежнему аккуратно являлся каждое утро со своей тысячею. На восьмой день он получал 1 руб. 28 коп., на 9-й — 2 руб. 56 коп., на 10-й — 5 руб. 12 коп., на 11-й — 10 руб. 24 коп., на 12-й — 20 руб. 48 коп., на 13-й — 40 руб. 96 коп., на 14-й — 81 руб. 92 коп.

Богач охотно платил эти деньги: ведь он получил уже 14 000 рублей, а отдал незнакомцу всего около полутора ста.

III.

Недолго, однако, длилась радость богача: скоро стал он соображать, что странный гость вовсе не простак, и что сделка с ним не так выгодна, как казалось сначала. Дело в том, что на третьей неделе приходилось за очередные тысячи платить уже не копейки, а сотни рублей, и плата эта страшно быстро нарастала. В самом деле, богач уплатил в начале третьей недели:

за 15-ю тысячу 163 руб. 84 коп.



»	16-ю	327 »	68 »
»	17-ю	655 »	36 »
»	18-ю	1310 »	72 »

Продолжать сделку становилось положительно невыгодно: получаешь тысячу, а платишь больше.

Но нарушать уговора нельзя, надо дотянуть до конца месяца. Впрочем, богач не считал себя в убытке: он хотя и уплатил больше двух с половиною тысяч, зато получил полных 18.

Но дальше пошло хуже. Слишком поздно убедился миллионер, что незнакомец жестоко перехитрил его и получит куда больше денег, чем сам уплатит. Вот дальнейшие платежи:

за	19-ю тысячу	2621 р.	44 коп.
»	20-ю	5242 »	88 »
»	21-ю	10 485 »	76 »
»	22-ю	20 971 »	52 »
»	23-ю	41 943 »	04 »

За одну только 23-ю тысячу миллионер уплатил больше, чем получит за весь месяц!

Настала последняя неделя месяца — и эти 7 дней в конец разорили нашего миллионера. Действительно, он уплатил:

за	24-ю тысячу	83 886 р.	08 коп.
»	25-ю	167 772 »	16 »



»	26-ю	335 544 »	32 »
»	27-ю	671 088 »	64 »
»	28-ю	1 342 177 »	28 »
»	29-ю	2 684 354 »	56 »
»	30-ю	5 368 709 »	12 »

Когда гость ушел в последний раз, миллионер подсчитал, во что обошлись ему столь дешёвые на первый взгляд 30 тысяч рублей. Оказалось, что уплачено было незнакомцу

10 737 418 р. 23 коп.

Без малого 11 миллионов... А ведь началось с одной копейки! Незнакомец мог бы приносить даже по сто тысяч в день — и все таки не прогадал бы.

IV.

Прежде чем кончить с этой историей, покажу еще, каким способом можно облегчить подсчет убытков миллионера, т. е. как скорее всего выполнить сложение ряда чисел:

$$1 + 2 + 4 + 8 + 16 + 32 + 64 \text{ и т. д.}$$

Нетрудно подметить следующую особенность этих чисел:

$$2 = 1 + 1$$

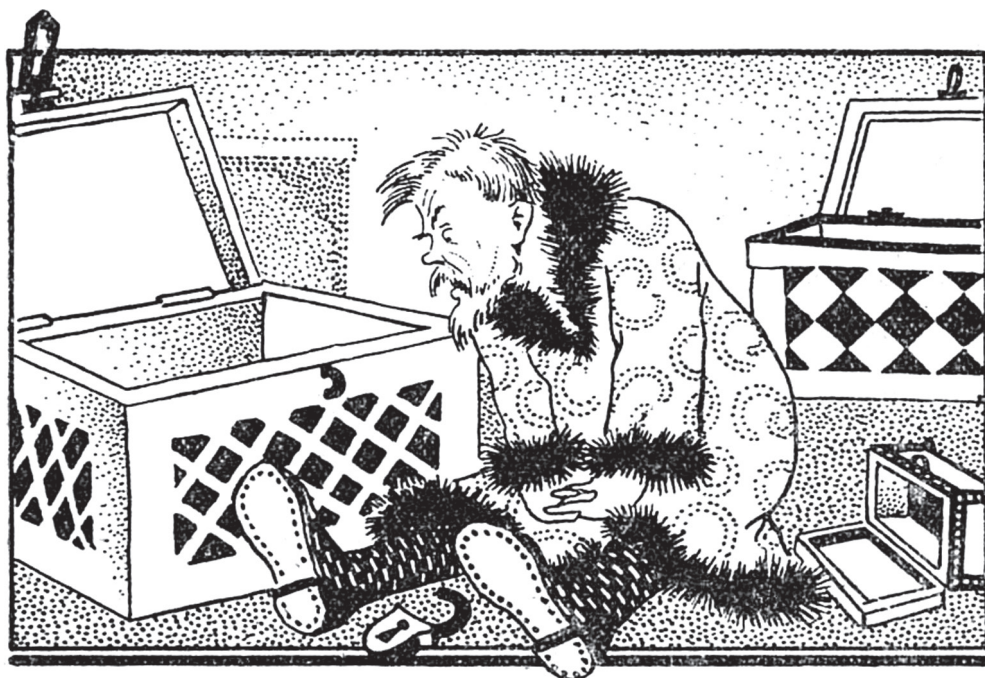
$$4 = (1 + 2) + 1$$

$$8 = (1 + 2 + 4) + 1$$

$$16 = (1 + 2 + 4 + 8) + 1$$

$$32 = (1 + 2 + 4 + 8 + 16) + 1$$

и так далее.



Мы видим, другими словами, что каждое число этого ряда равно всем предыдущим, вместе взятым, да еще одна единица. Поэтому, когда нужно сложить все числа ряда, например, от 1 до 32 768, то мы лишь прибавляем к последнему числу (32 768) сумму всех предыдущих (т. е. $32\,768 - 1$).

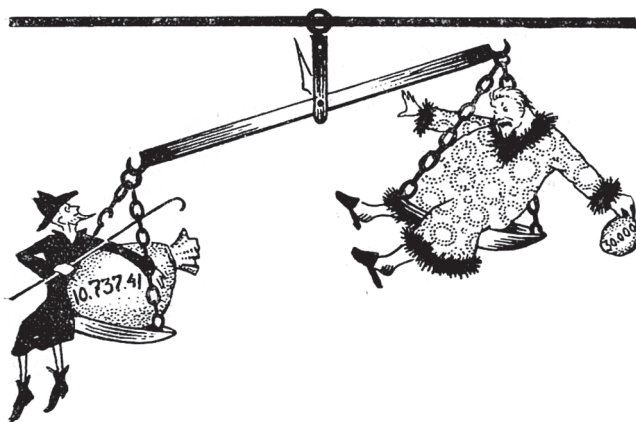
Получаем 65 535.

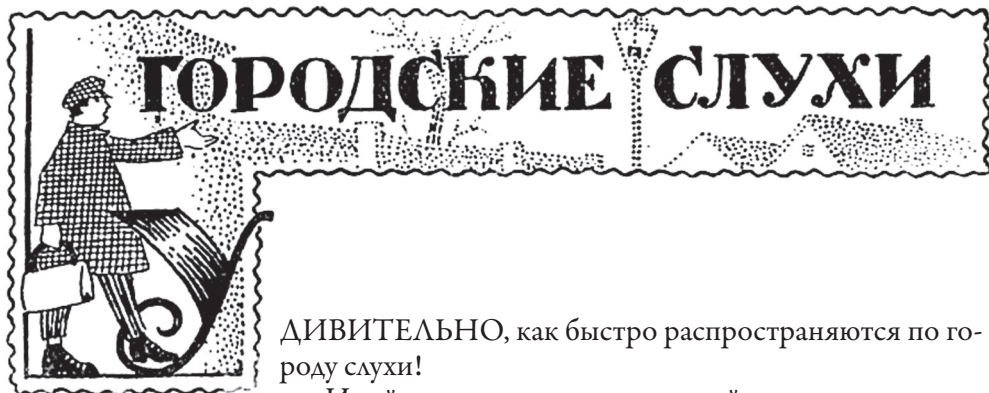
Этим способом мы можем подсчитать убытки нашего миллионера очень быстро, как только узнаем, сколько уплатил он в последний день.

Его последний платеж был 5 368 709 р. 12 коп.

Поэтому, сложив 5 368 709 р. 12 к. и 5 368 709 р. 11 коп., получаем сразу искомый результат:

10 737 418 р. 23 к.





ДИВИТЕЛЬНО, как быстро распространяются по городу слухи!

Иной раз и двух часов не пройдет со времени какого-нибудь интересного происшествия, случившегося на глазах всего нескольких зрителей, — а новость уже облетела весь город: все о ней знают, все слышали.

Эта необычайная быстрота кажется поразительной, прямо загадочной. Однако, если подойти к делу с подсчетом, то станет ясно, что ничего чудесного и непостижимого здесь нет: все объясняется свойствами чисел, а не какими-то таинственными особенностями самих слухов.

Для примера рассмотрим хотя бы такой случай.

В губернский город приехал в 8 часов утра житель столицы и привез с собою свежую, всем интересную новость. В гостинице, где приезжий остановился, он сообщил эту новость только троим местным жителям; это заняло, скажем, четверть часа.

Итак, в 8 $\frac{1}{4}$ часа утра новость была известна всего только четверым людям: приезжему и трем местным жителям.



Узнав интересную новость, каждый из троих граждан поспешил рассказать 3-м другим. Это потребовало, допустим, также четверти часа, — срок не слишком короткий для передачи слуха. Значит, спустя полчаса, после прибытия новости в город, о ней знало уже

$$4 + 3 \times 3 = 13 \text{ человек.}$$

Каждый из девяти вновь узнавших в такой же срок поделился с тремя другими гражданами, так что к $8\frac{3}{4}$ часам утра новость стала известна

$$13 + 3 \times 9 = 40 \text{ гражданам}$$

Если слух распространяется по городу и далее таким же способом, т. е. каждый узнавший про новость успевает в ближайшие четверть часа сообщить ее 3 согражданам, то осведомление города будет происходить по следующему расписанию:

$$\text{в 9 час. новость узнают} \quad 40 + 3 \times 27 = 121 \text{ чел.}$$

$$\text{в } 9\frac{1}{4} \quad \gg \quad 121 + 3 \times 81 = 364 \gg$$

$$\text{в } 9\frac{1}{2} \quad \gg \quad 364 + 3 \times 243 = 1093 \gg$$

Спустя полтора часа от начала движения слуха, о новости будут знать, как видим, всего около 1100 человек. Это, казалось бы, немного для города с населением в 50 000, и можно, пожалуй, подумать, что новость не скоро еще станет известна всем его жителям. Однако, проследим далее за движением слуха:

$$\text{в 9 час. новость узнают} \quad 1093 + 3 \times 729 = 3280 \text{ чел.}$$

$$\text{в 10} \quad \gg \quad 3280 + 3 \times 2187 = 9841 \gg$$

Еще спустя четверть часа, уже больше половины города будет посвящено в новость:

$$9841 + 3 \times 6561 = 29\,524 \text{ чел.}$$

И следовательно, ранее чем к половине одиннадцатого дня поголовно все жители будут знать новость, которая в 8 часов утра была известна только одному человеку.



II.

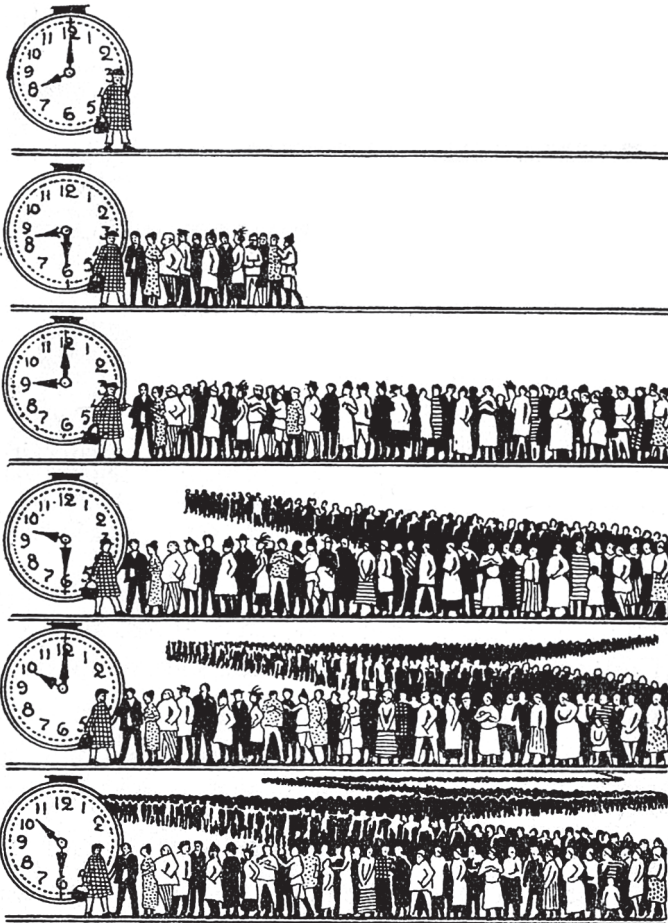
Подсчет наш сводился, в сущности, к тому, что мы сложили такой ряд чисел:

$$1 + 3 + 3 \times 3 + 3 \times 3 \times 3 + 3 \times 3 \times 3 \times 3 + \text{и т. д.}$$

Нельзя ли узнать эту сумму как-нибудь короче, наподобие того, как определяли мы на стр. 60 сумму чисел ряда $1 + 2 + 4 + 8 + \text{и т. д.}$? Это возможно, если принять в соображение следующую особенность складываемых здесь чисел:

$$3 = 1 \times 2 + 1$$





$$9 = (1 + 3) \times 2 + 1$$

$$27 = (1 + 3 + 9) \times 2 + 1$$

$$81 = (1 + 3 + 9 + 27) \times 2 + 1$$

и так далее.

Иначе говоря: каждое число этого ряда равно удвоенной сумме всех предыдущих чисел да еще одна единица.

Отсюда следует, что если нужно найти сумму всех чисел такого ряда от 1 до какого-либо числа, то достаточно лишь прибавить к этому последнему числу его половину (предварительно откинув единицу). Например, сумма чисел

$$1 + 3 + 9 + 27 + 81 + 243 + 729$$

равна $729 + \text{половина от } 728$, т. е. $729 + 364 = 1093$.

В нашем случае каждый узнавший новость передавал ее только троим гражданам. Но если бы жители города были более словоохотливы и сообщали услышанную новость не 3-м, а например, 5-ти или даже 10-ти другим, то слух распространялся бы, конечно, еще быстрее. Так, при передаче пятерым, картина осведомления города была бы такая:

в 8 час.	1 чел.
» $8^{1/4}$ »	$1 + 5 = 6$ чел.
» $8^{1/2}$ »	$6 + 5 \times 5 = 31$ чел.
» $8^{3/4}$ »	$31 + 25 \times 5 = 156$ чел.
» 9 »	$156 + 125 \times 5 = 781$ чел.
» $9^{1/4}$ »	$781 + 625 \times 5 = 3906$ чел.
» $9^{1/2}$ »	$3906 + 3125 \times 5 = 19\,531$ чел.

Ранее, чем в $9^{3/4}$ часа новость уже будет известна всему 50-тысячному населению города.

Еще быстрее распространится слух, если каждый услышавший новость передаст о нем 10-ти другим. Тогда получим такой любопытный ряд чисел:

в 8	час.	1
» $8\frac{1}{4}$	»	$1 + 10 = 11$
» $8\frac{1}{2}$	»	$1 + 100 = 111$
» $8\frac{3}{4}$	»	$111 + 1000 = 1111$
» 9	»	$1111 + 10\,000 = 11\,111$

Следующее число этого ряда, очевидно, 111 111; это показывает, что весь город узнает про новость уже в самом начале 10-го часа утра. Слух разнесется почти в один час!





ОТ что по преданию произошло много веков тому назад в Древнем Риме¹.

Полководец Теренций по приказу императора совершил победоносный поход и с трофеями вернулся в Рим. Прибыв в столицу, он просил допустить его к императору.

Император ласково принял полководца, сердечно благодарил его за военные услуги империи и обещал в награду дать ему высокое положение в сенате.

Но Теренцию нужно было не это. Он возразил:

— Много побед одержал я, чтобы возвысить твое могущество, государь, и окружить имя твое славою. Я не страшился смерти, и будь у меня не одна, а много жизней, я все их принес бы тебе в жертву. Но я устал воевать; прошла молодость, кровь медленнее бежит в моих жилах. Наступила пора отдохнуть в доме моих предков и насладиться радостями домашней жизни.

— Чего же желал бы ты от меня, Теренций? — спросил император.

— Выслушай со снисхождением, государь. За долгие годы военной жизни, изо дня в день обагрняя меч свой кровью, я не успел устроить себе денежного благополучия. Я беден, государь...

— Продолжай, храбрый Теренций.

— Если хочешь даровать награду скромному слуге твоему, — продолжал ободренный полководец, — то пусть щедрость твоя поможет мне дожить жизнь в достатке и мире подле домашнего очага. Я не ищу почестей и высокого положения во всемогущем сенате. Я желал бы удалиться от власти и от жизни общественной, чтобы отдохнуть на покое. Государь, дай мне денег для обеспечения остатка моей жизни.

Император, — гласит предание, — не отличался широкой щедростью. Он любил копить деньги для себя и скупое тратил их на другие нужды. Просьба полководца заставила его задуматься.

— Какую же сумму, Теренций, считал бы ты для себя достаточной? — спросил он.

— Миллион динариев, государь.

Снова задумался император. Полководец ждал, опустив голову. Наконец, император заговорил:

¹ Рассказ в вольной передаче заимствован из старинной латинской рукописи, принадлежащей одному из частных книгохранилищ в Англии. (Прим. автора.) — По-видимому, вся история, как и рассказ о ее происхождении, придуманы самим Перельманом. (Прим. ред.)



— Доблестный Теренций! Ты великий воин, и славные подвиги твои заслужили щедрой награды. Я дам тебе богатство. Завтра в полдень ты услышишь здесь мое решение.

Теренций поклонился и вышел.

II.

На следующий день в назначенный час полководец явился во дворец императора.

— Привет тебе, храбрый Теренций! — сказал император.

Теренций смиренно наклонил голову.

— Я пришел, государь, чтобы выслушать твое решение. Ты милостиво обещал вознаградить меня.

Император ответил:

— Я не хочу, чтобы такой благородный воитель, как ты, получил за свои подвиги жалкую награду. Выслушай же меня. В моем казначействе лежит 5 миллионов медных брассов¹.

Теперь внимай моим словам. Ты войдешь в казначейство, возьмешь одну монету в руки, вернешься сюда и положишь ее к моим ногам. На другой день вновь пойдешь в казначейство, возьмешь монету, равную двум брассам и положишь здесь рядом с первой. В третий день принесешь монету, стоящую 4 брасса, в четвертый — стоящую 8 брассов, в пятый — 16, и так далее, все удваивая стоимость монеты. Я прикажу ежедневно изготавливать для тебя монеты надлежащей ценности.



И пока хватит у тебя сил поднимать монеты, ты будешь выносить их из моего казначейства. Никто не должен помогать тебе, ты можешь пользоваться только собственными силами. И когда заметишь, что уже не можешь больше поднять монету — остановись: уговор наш кончится, но все монеты, которые удастся тебе из казначейства вынести, останутся навсегда твоими и послужат тебе наградой.

Жадно впитывал Теренций каждое слово императора. Ему чудилось уже огромное множество монет, которое он вынесет из государственного казначейства...

¹ Мелкая монета, пятая часть динария. (*Прим. автора.*) — По-видимому, Перельман под брассом имеет в виду бронзовый асс — мелкую монету Древнего Рима. Здесь и далее в тексте Перельман искажает как соотношение динария и асса, так и вес. Первоначально 1 бронзовый асс весил 327 г. Позднее стал чеканиться из бронзы дикуссис (дословно «10 ассов»). Вес самого большого сохранившегося экземпляра дикуссиса составлял 1 кг и 106, 6 г. Дикуссис впоследствии был заменен динарием (от лат. «денариус» — «состоящий из десяти», который чеканился из серебра и весил 10,5 г. Необычно большой вес и величина асса и дикуссиса, по-видимому и натолкнули Перельмана на историю о гигантских монетах. (*Прим. ред.*)

Несколько мгновений он размышлял, потом ответил с радостной улыбкой:

— Я доволен твоей милостью, государь. Поистине щедра награда твоя!

III.

Начались ежедневные посещения Теренцием государственного казначейства. Оно помещалось невдалеке от приемной залы императора, и первые переходы с монетами не стоили Теренцию никаких усилий.



В первый день вынес он из казначейства всего один брасс.

Это небольшая монета, размерами и весом приблизительно с нашу копейку: 21 миллиметр в поперечнике и 5 граммов весом¹.

Столь же легки были второй, третий, четвертый, пятый и шестой переходы, когда полководец выносил монеты двойного, четверного, 8-кратного, 16-кратного и 32-кратного веса.

¹ Автор имеет в виду советские копейки, выпускаемые с 1917 по 1926 год по размерам и весу копеек Российской империи. С 1926 года и до конца существования СССР монета в 1 копейку выпускалась весом в 1 грамм и диаметром 15 мм. (*Прим. ред.*)



Седьмая монета весила на наши современные меры 320 граммов (около $\frac{3}{4}$ фунта) и имела в поперечнике $8\frac{1}{2}$ сантиметров (точнее 84 миллиметра¹).

На восьмой день Теренцию пришлось вынести из казначейства монету, соответствующую 128 единичным монетам. Она весила 640 граммов и была шириною около $10\frac{1}{2}$ сантиметров.

На девятый день Теренций принес в императорскую залу монету в 256 единичных монет.

Она имела 13 сантиметров в ширину и весила более $1\frac{1}{4}$ килограмма.

На 12-й день монета достигала почти 27 сантиметров в поперечнике и весила $10\frac{1}{4}$ килограмма.

Император, до сих пор смотревший только приветливо на полководца, теперь не скрывал своего радостного чувства. Он видел, что сделано уже 12 переходов, а вынесено из казначейства всего только 2000 с небольшим медных монет.

Тринадцатый день доставил храброму Теренцию монету, равную 4096 единичным монетам. Она имела около 34 сантиметров в ширину, а вес ее равнялся $20\frac{1}{2}$ килограммам (около $1\frac{1}{4}$ пуда).

На четырнадцатый день Теренций вынес из казначейства тяжелую монету в 41 килограмм весом и около 42 сантиметров шириною.

— Не устал ли ты, мой храбрый Теренций? — спросил его император, сдерживая улыбку.

— Нет, государь мой, — хмуро ответил полководец, отирая пот со лба.

Наступил 15-й день.



¹ Если монета по объему в 64 раза больше обычной, то она шире и толще всего в 4 раза, потому что $4 \times 4 \times 4 = 64$. Это надо иметь в виду и в дальнейшем при расчете размеров монет, о которых говорится в рассказе. (Прим. ред.)

Тяжела была на этот раз ноша Теренция. Медленно брел он к императору, неся огромную монету, составленную из 16 384 единичных монет. Она достигала 53 сантиметров в ширину и весила 80 килограммов — тяжесть рослого воина.

На 16-й день полководец шатался под ношей, лежавшей на его спине. Это была монета, равная 32 768 единичным монетам и весящая 164 килограмма (ровно 10 пудов); поперечник ее достигал 67 сантиметров (около аршина)¹.

Полководец был обессилен и тяжело дышал.



Император улыбался...

Когда Теренций явился в приемную залу императора на следующий день, он был встречен громким смехом. Он не мог уже нести свою ношу в руках, а катил ее впереди себя. Монета имела в поперечнике 84 сантиметра и весила 328 килограммов. Она соответствовала весу 65 536 единичных монет.

Восемнадцатый день был последним днем обогащения Теренция. В этот день кончились его посещения казначейства и странствования с ношей в залу императора. Ему пришлось доставить на этот раз монету, соответствовавшую 131 072 единичным монетам. Она имела 107 сантиметров в поперечнике и весила 655 килограммов (около 40 пудов). Пользуясь сво-

¹ Старинные меры веса и длины. Пуд равен 16,38 кг; аршин равен 0,7112 м. (Прим. ред.)



им копьём, как рычагом, Теренций с величайшим напряжением сил едва вкатил ее в залу. С грохотом упала исполинская монета к ногам императора.

Теренций был совершенно измучен.

— Не могу больше. Довольно, — прошептал он.

Император с трудом подавил смех удовольствия, видя полный успех своей хитрости. Он приказал казначею исчислить, сколько всего брассов вынес Теренций в приемную залу.

Казначей исполнил поручение и сказал:

— Государь, благодаря твоей щедрости, победоносный воитель Теренций получил в награду 262 143 брасса.



Итак, скупой император дал полководцу менее 20-й части той суммы в миллион динариев, которую просил Теренций.



ЛЕГЕНДА О ШАХМАТНОЙ ДОСКЕ



ШАХМАТЫ — одна из самых древних игр. Она существует уже около двух тысяч лет, и неудивительно, что с ее возникновением связаны предания, правдивость которых за давностью времени невозможно проверить. Одну из подобных легенд я и хочу рассказать¹. Чтобы понять ее, не нужно вовсе уметь играть в шахматы: достаточно знать, что игра происходит на доске, разграфленной на 64 клетки (попеременно черные и белые).

I.

Шахматная игра была придумана в Индии, и когда царь Шерам познакомился с нею, он был восхищен ее остроумием и разнообразием возможных в ней положений. Узнав, что она изобретена одним из его подданных, царь приказал его позвать, чтобы лично наградить за удачную выдумку.

Изобретатель — его звали Сета — явился к трону повелителя. Это был скромно одетый ученый, получавший средства к жизни от своих учеников.

— Я желаю достойно вознаградить тебя, Сета, за прекрасную игру, которую ты придумал, — сказал царь.

Мудрец поклонился.

— Я достаточно богат, чтобы исполнить самое смелое твое пожелание. Назови награду, которая тебя удовлетворит, и ты получишь ее.

Сета молчал.

— Не робей, — ободрил его царь. — Выскажи свое желание. Я не пожалею ничего, чтобы исполнить его.

— Велика доброта твоя, повелитель. Но дай срок обдумать ответ. Завтра, по зрелом размышлении, я сообщу тебе мою просьбу.

Царь отпустил его.

Когда на другой день Сета снова явился к ступеням трона, он изумил царя беспримерной скромностью своей просьбы.

Повелитель, сказал он, — прикажи выдать мне за первую клетку шахматной доски одно пшеничное зерно.

— Простое пшеничное зерно? — удивился царь.

— Да, повелитель. За вторую клетку прикажи выдать 2 зерна; за третью — 4, за четвертую — 8, за пятую — 16, за шестую — 32...

¹ Первое известное письменное упоминание этой легенды относится к 1256 году в жизнеописаниях «восточного Плутарха» ибн Халликана. (Прим. ред.)

— Довольно, с раздражением прервал его царь. — Ты получишь свои жалкие зерна за все 64 клетки доски, согласно твоему желанию: за каждую вдвое против предыдущей. Но знай, что просьба твоя недостойна моей щедрости. Требуя такую ничтожную награду, ты безрассудно пренебрегаешь моею милостью. Поистине, как учитель, ты мог бы показать лучший пример уважения к доброте твоего государя. Ступай. Слуги мои вынесут тебе мешок с твоей пшеницей.

Сета улыбнулся, покинул залу и стал дожидаться у ворот дворца.

II.

За обедом царь вспомнил об изобретателе шахмат и послал узнать, унес ли уже безрассудный Сета свою награду.

— Повелитель, — был ответ, — приказание твое исполняется. Придворные математики подсчитывают число следуемых зерен.

Царь нахмурился. Он не привык, чтобы повеления его исполнялись так медленно.



Вечером, отходя ко сну, царь еще раз осведомился, давно ли Сета со своим мешком пшеницы покинул ограду дворца.

— Повелитель, — ответили ему, — твои математики трудятся без усталости и надеются еще до рассвета закончить подсчет.

— Почему медлят с этим пустым делом? — гневно воскликнул царь. — Завтра, прежде чем я проснусь, все до последнего зерна должно быть выдано Сете. Я дважды не приказываю!

Утром царю доложили, что старшина придворных математиков просит выслушать важное донесение. Царь приказал ввести его.

— Прежде чем скажешь о твоём деле, — объявил Шерам, — я желаю услышать, выдана ли, наконец, Сете та жалкая награда, которую он себе назначил?

— Ради этого я и осмелился явиться перед тобой в столь ранний час, — ответил старик. — Мы добросовестно исчислили все количество зерен, которое желает получить Сета. Число это так велико...

— Как бы велико оно ни было, — перебил царь, — житницы мои не оскудеют. Награда обещана и должна быть выдана...

— Повелитель, не в твоей власти исполнять подобные желания. Во всех амбарах твоих нет такого числа зерен, какое потребовал Сета. Нет его и в житницах целого царства. Нет такого числа зерен и на всем пространстве земли. И если желаешь непременно выдать обещанную награду, то прикажи превратить все земные царства в пахотные поля, прикажи осушить моря и океаны, прикажи растопить льды и снега, покрывающие далекие северные пустыни. Пусть все эти пространства будут сплошь засеяны пшеницей. И все, что родится на этих полях, прикажи отдать Сете. Тогда он получит свою награду.

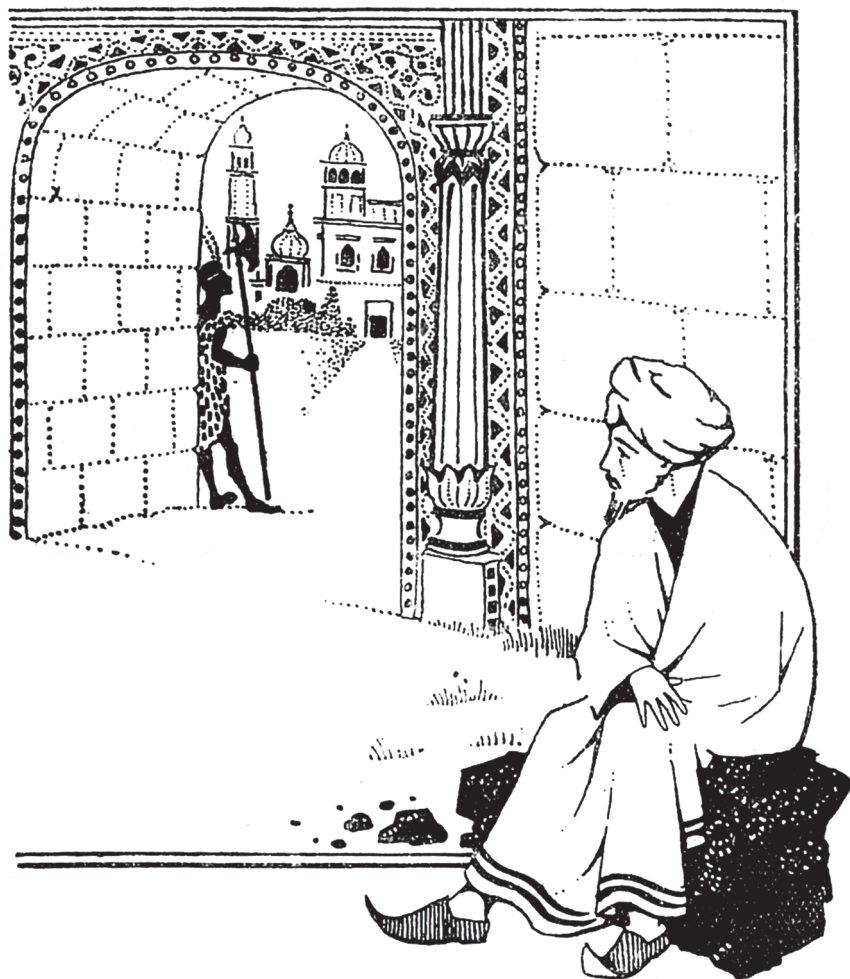
С изумлением внимал царь словам старца.

— Назови же мне это чудовищное число, — сказал он в раздумьи.

— Восемнадцать триллионов четыреста сорок шесть тысяч семьсот сорок четыре биллиона семьдесят три тысячи семьсот девять миллионов пятьсот пятьдесят одна тысяча пятьсот пятнадцать зерен. В биллионе, повелитель, миллион миллионов, а в триллионе миллион биллионов¹.



¹ Такое исчисление принято в науке; что же касается обыденной жизни, то в ней биллион исчисляется в тысячу миллионов, триллион — в тысячу биллионов и т. д. Количество зерен, следовавших Сете, будет исчисляться на обиходном языке в восемнадцать квинтильонов, четыреста сорок шесть квадрильонов, семьсот сорок четыре триллиона, семьдесят три биллиона семьсот девять миллионов пятьсот пятьдесят одна тысяча пятьсот пятнадцать. (Прим. автора.) — Несмотря на попытки сделать стандартом в СССР, а позднее и в странах Восточной Европы, длинную «научную» систему счисления, общепринятой сначала в СССР, а затем и в России, осталась короткая (финансовая, «обыденная») система счисления. (Прим. ред.)



III.

Такова легенда. Действительно ли было то, что здесь рассказано, — неизвестно, но что награда, о которой говорит предание, должна была исчисляться именно таким числом, в этом вы можете сами убедиться терпеливым подсчетом. Начав с 1-цы нужно сложить числа: 1, 2, 4, 8, и т. д.

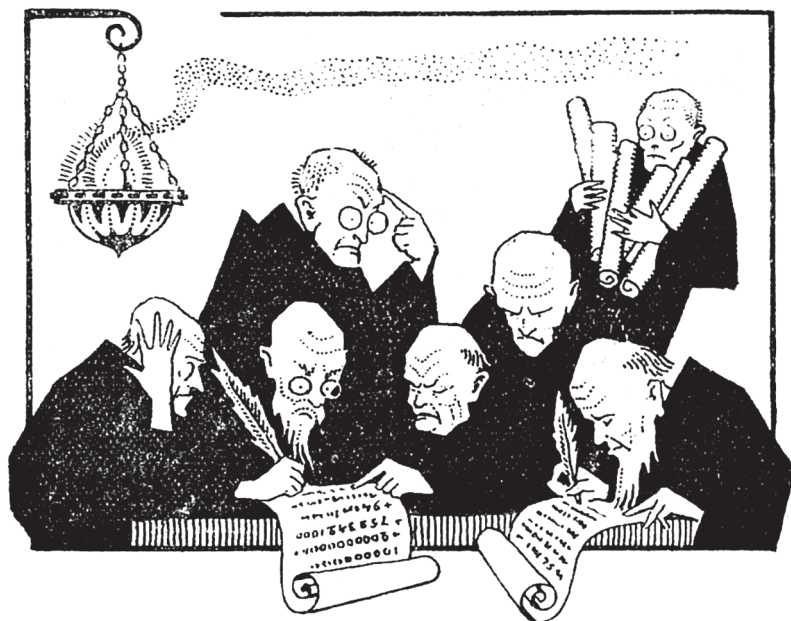
Результат 63-го удвоения покажет, сколько причиталось изобретателю за 64-ую клетку доски.

Поступая, как объяснено было на стр. 60, мы без труда найдем все число следуемых зерен, если удвоим последнее число и отнимем одну единицу.

Следовательно, подсчет сводится к перемножению 64 двоек:

$2 \times 2 \times 2 \times 2 \times 2$ и т. д. 64 раза.

Для облегчения выкладок разделим эти 64 множителя на 6 групп по 10 двоек в каждой, и одну последнюю группу из 4 двоек. Произведение



10 двоек, как легко убедиться, равно 1024, а 4-х двоек — 16. Значит, искомый результат равен

$$1024 \times 1024 \times 1024 \times 1024 \times 1024 \times 1024 \times 16$$

Перемножив 1024×1024 , получим 1 048 576.

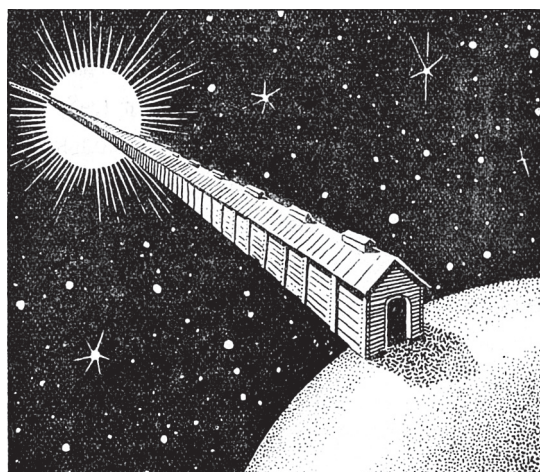
Теперь остается найти

$$1\,048\,576 \times 1\,048\,576 \times 1\,048\,576 \times 16,$$

отнять от результата одну единицу — и нам станет известно искомое число зерен:

$$18\,446\,744\,073\,709\,551\,515$$

Если желаете представить себе всю огромность этого числового великана, прикиньте, какой величины амбар потребовался бы для вмещения такого ко-



личества зерен. Известно, что кубический метр пшеницы (примерно 5 четвертей) вмещает около 15 миллионов зерен. Значит, награда шахматного изобретателя должна была бы занять объем в 12 000 000 000 000 кубических метров (или 12 000 кубических километров). При высоте амбара в 4 метра и ширине 10 метров, длина его должна была бы простираяться на 300 000 000 километров. — т. е. вдвое дальше, чем от Земли до Солнца!

IV.

Разумеется, индусский царь не в состоянии был выдать подобной награды. Но он легко мог освободиться от такого обременительного долга.

Для этого нужно было лишь предложить Сете самому отсчитать себе, зерно за зерном, всю причитающуюся ему пшеницу.

В самом деле: если бы Сета, принявшись за счет, вел его непрерывно день и ночь, отсчитывая по зерну в секунду, он в первые сутки отсчитал бы всего 86 400 зерен (4 четверика). Чтобы отсчитать миллион зерен, ему понадобилось бы не менее 10 суток неустанного счета. Один кубический метр пшеницы он отсчитал бы дней в полтора: это дало бы ему всего 5 четвертей.

Считая непрерывно в течение 10 лет, он отсчитал бы себе не более 100 четвертей. Вы видите, что, посвятив счету даже весь остаток своей жизни, Сета получил бы ничтожную часть потребованной им награды.





БЫСТРОЕ РАЗМНОЖЕНИЕ

ПЕЛАЯ маковая головка полна крошечных зернышек: из каждого может вырасти целое растение. Сколько же получится маков, если все зернышки прорастут? Чтобы узнать это, надо сосчитать зернышки в целой головке. Скучное занятие, но результат подсчета так интересен, что стоит запастись терпением и довести его до конца. Оказывается, одна головка мака содержит круглым числом 3000 зернышек!

Что отсюда следует? То, что будь кругом нашего макового растения достаточно подходящей земли, каждое упавшее зернышко дало бы росток, и на будущее лето на этом месте выросло бы уже 3000 маков. Целое маковое поле от одной головки.

Посмотрим же, что будет дальше. Каждое из 3000 растений принесет не менее одной головки (чаще приносит несколько), содержащей 3000 зерен; проросши, семена каждой головки дадут 3000 новых растений, и, следовательно, на второй год у нас будет уже не менее $3000 \times 3000 = 9\,000\,000$ растений.

Легко рассчитать, что на третий год число потомков нашего единственного мака уже будет достигать $9\,000\,000 \times 3\,000 = 27\,000\,000\,000$.

А на четвертый год

$$27\,000\,000\,000 \times 3\,000 = 81\,000\,000\,000\,000.$$

На пятом году макам уже будет положительно тесно на земном шаре, потому что число растений будет равно

$$81\,000\,000\,000\,000 \times 3000 = 243\,000\,000\,000\,000\,000;$$

поверхность же всей суши, т. е. всех материков и островов земного шара, составляет только

$$135\,000\,000\,000\,000 \text{ кв. метров}$$

Другими словами, на каждый метр твердой земли будет приходиться около 2000 маковых растений!

Вы видите, что если бы все зернышки мака прорастали, то потомство одного растения могло бы всего в пять лет покрыть сплошь всю сушу земного шара густой зарослью по две тысячи рас-





тений на каждом квадратном метре. Вот какой числовой великан скрывается в обыкновенном маковом зернышке!

Сделав подобный же расчет не для мака, а для какого-нибудь другого растения, приносящего меньше семян, вы пришли бы к такому же результату; но только потому, что его покрывало бы всю Землю не в 5 лет, а в несколько больший срок.

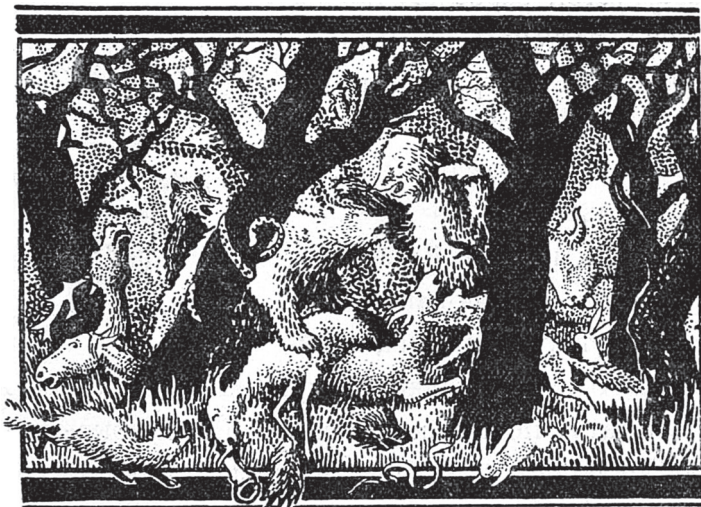
Возьмем, например, одуванчик, приносящий ежегодно около 100 семян. Если бы все они прорастали, мы имели бы

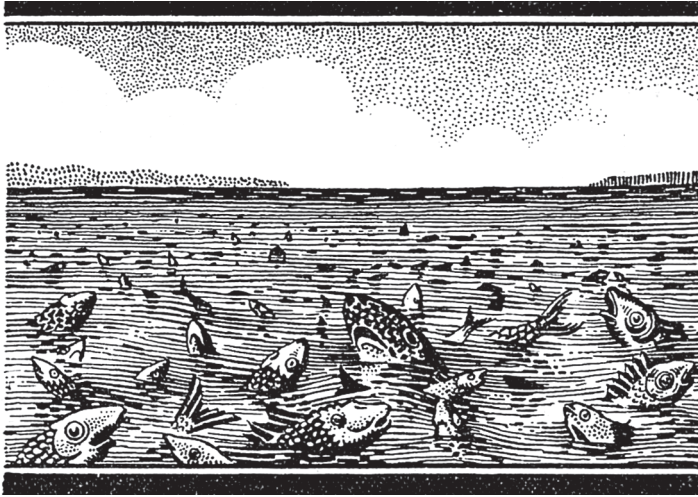
в	1-й год	1	растение
во	2-й »	100	»
в	3-й	10 000	»
»	4-й	1 000 000	»
»	5-й	1 000 000 000	растений
»	6-й	10 000 000 000	»
»	7-й	1 000 000 000 000	»
»	8-й	100 000 000 000 000	»
»	9-й	10 000 000 000 000 000	»

Следовательно, на 9-м году все материки были бы покрыты одуванчиками по 70 на каждый квадратный метр.

Почему же в действительности мы не наблюдаем такого чудовищно быстрого размножения?

Потому, что огромное большинство семян погибает, не давая ростков: они или не попадают на подходящую почву и вовсе не прорастают, или, начав про-





растать, заглушаются другими растениями, или же, наконец, просто истребляются животными.

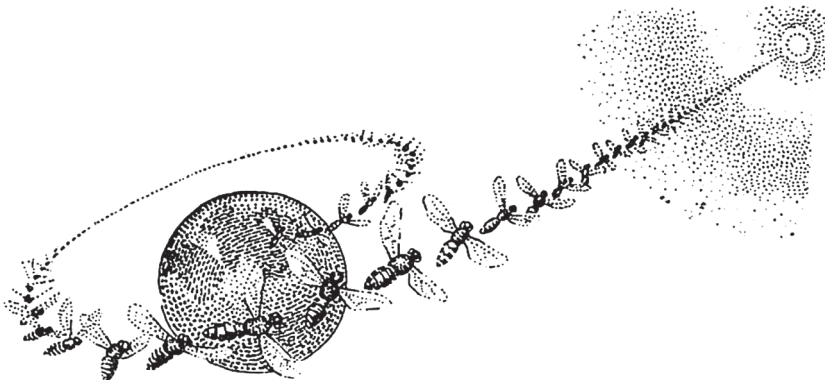
Но если бы этого массового уничтожения семян и ростков не было, то каждое растение в короткое время покрыло бы сплошь всю нашу планету.

Это верно и для животных. Если бы не было смерти, то потомство одной пары любого животного рано или поздно заполнило бы всю Землю.

Полчища саранчи, сплошь покрывающие огромные пространства, могут дать нам некоторое представление о том, что было бы, если бы смерть не препятствовала размножению живых существ.

В каких-нибудь два-три десятка лет все материки заросли бы непроходимыми лесами и степями, где кишели бы миллионы животных, борющихся между собою за место. Океан наполнился бы рыбой до того густо, что никакое судоходство не было бы возможно. А воздух стал бы непрозрачен от множества птиц и насекомых...

В заключение рассмотрим для примера, как быстро размножается комнатная муха. Пусть каждая муха откладывает 120 яиц и пусть в течение лета успевает появляться 7 поколений мух.





За начало первой кладки примем 15 апреля, и будем считать, что муха-самка в 20 дней успевает вырасти настолько, что сама откладывает яйца. Тогда размножение будет происходить так:

15 апреля — самка отложила 120 яиц,

в начале мая вышло 120 мух, из них 60 самок,

5 мая — каждая самка кладет 120 яиц,

в середине мая — выходит $60 \times 120 = 7200$ мух;

из них 3600 самок;

25 мая — каждая из 3600 самок кладет по 120 яиц;

в начале июня — выходит $3600 \times 120 = 432\,000$ мух, из них 216 000 самок;

14 июня — каждая из 216 000 самок кладет по 120 яиц;

в конце июня выходит 25 920 000 мух, в том числе 12 960 000 самок;

5 июля — 12 960 000 самок кладут по 120 яиц;

в июле — выходит 1 555 200 000 мух, среди них 777 600 000 самок;

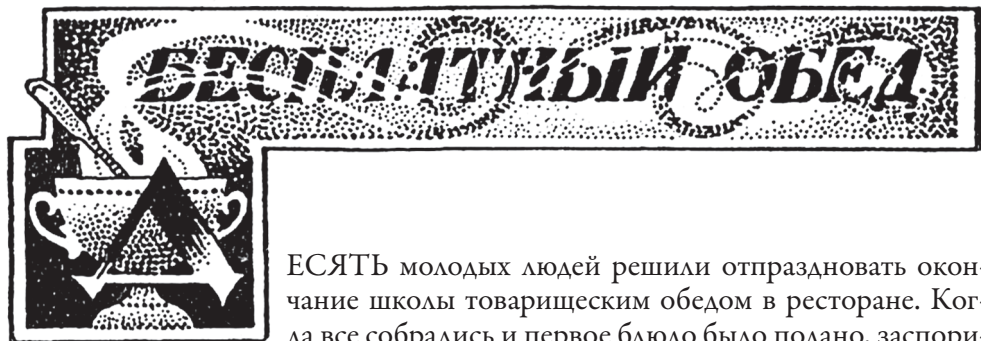
25 июля — выходит 93 312 000 000 мух; среди них 46 656 000 000 самок;

13 августа — выходит 5 598 720 000 000 мух; среди них 2 799 360 000 000 самок;

1 сентября — выходит 355 923 200 000 000 мух.

Чтобы яснее представить себе огромную массу мух, которые при беспрепятственном размножении могли бы народиться от одной пары, вообразим, что они выстроены в прямую линию, одна возле другой. Так как длина мухи 7 миллиметров, то все эти мухи вытянулись бы на 2500 миллионов километров — в 18 раз дальше, чем от Земли до Солнца (т. е. примерно, как от Земли до планеты Уран).





ЕСЯТЬ молодых людей решили отпраздновать окончание школы товарищеским обедом в ресторане. Когда все собрались и первое блюдо было подано, заспорили о том, как усесться вокруг стола. Одни считали необходимым разместиться в алфавитном порядке, другие — по возрасту, третьи — по степени успешности, четвертые — по росту и т. п. Спор затянулся, суп успел простыть, а за стол никто не сел.

Примирил всех официант, обратившийся к ним с такой речью:

— Молодые друзья мои, оставьте ваши пререкания. Сядьте за стол, как кому придется, и выслушайте меня.

Все сели, как попало. Официант продолжал:

— Пусть один из вас запишет, в каком порядке вы сейчас сидите. Завтра вы снова явитесь сюда пообедать и разместитесь уже в ином порядке. После завтра опять сядете по-новому, и т. д., пока не перепробуете всех возможных размещений.

Когда же придет черед вновь сесть так, как вы сидите здесь сегодня, тогда — обещаю торжественно — я угощу вас всех бесплатно самым изысканным обедом!

Предложение понравилось. Решено было ежедневно собираться в этом ресторане и перепробовать все способы размещения за столом, чтобы поскорее воспользоваться бесплатным обедом.

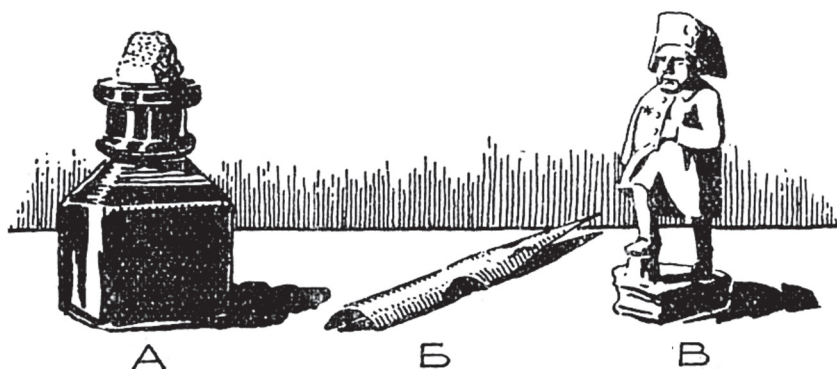
Однако, им не пришлось дожидаться этого дня. И вовсе не потому, что официант не исполнил обещания, а потому, что число всех возможных размещений за столом чересчур велико. Оно равняется ни мало ни много — 3 628 800.

Такое число дней составляет, как нетрудно сосчитать, 9 942 года (без малого), т. е. почти 10 000 лет. Согласитесь, что это слишком долгий срок ожидания одного бесплатного обеда.



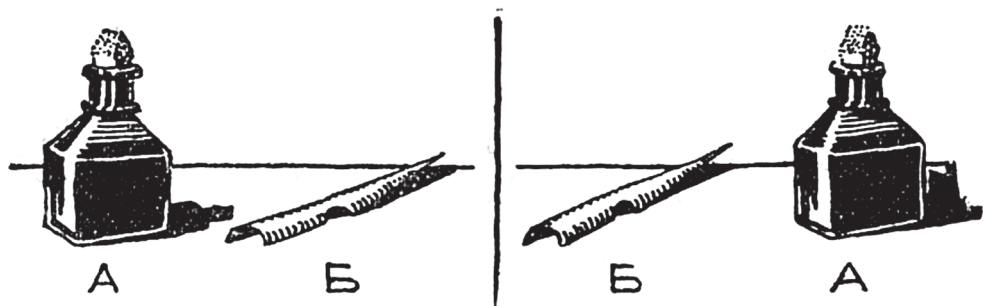
II.

Может быть, вам кажется невероятным, чтобы 10 человек могли размещаться таким большим числом различных способов? В таком случае проверьте этот расчет сами. Но раньше надо научиться определять число перестановок. Для простоты начнем вычисление с небольшого числа предметов — с трех. Назовем их А, Б и В.



Мы желаем узнать, сколькими способами возможно переставлять их один на место другого.

Рассуждаем так. Если отложить пока в сторону вещь В, то остальные две можно разместить только двумя способами:



Теперь будем присоединять вещь В к каждой из этих пар. Мы можем сделать это трояко:

- 1) поместить В позади пары,
- 2) поместить В впереди пары,
- 3) поместить В между вещами пары.

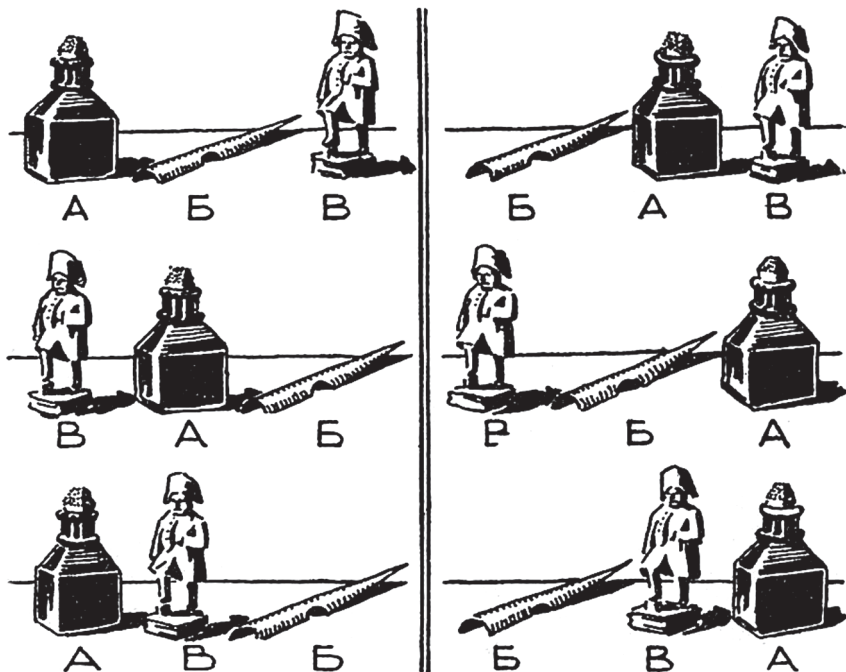
Других положений для вещи В, кроме этих трех, очевидно, быть не может. А так как у нас две пары, АВ и БА, то всех способов разместить вещи у нас имеется

$$2 \times 3 = 6.$$

Способы эти следующие:

Теперь пойдем дальше — сделаем расчет для 4 вещей. Пусть у нас 4 вещи: А, Б, В и Г.

Опять отложим пока в сторону одну вещь, — например, Г; а с остальными тремя вещами сделаем все возможные перестановки. Мы уже знаем, что число



этих перестановок — 6. Сколькими же способами можно присоединить четвертую вещь Г к каждой из 6 троек? Очевидно, четыремя:

- 1) поместить Г позади тройки;
- 2) поместить Г впереди тройки;
- 3) поместить Г между 1-й и 2-й вещью;
- 4) поместить Г между 2-й и 3-й вещью;

Всего получим, следовательно,

$$6 \times 4 = 24 \text{ перестановки;}$$

а так как $6 = 2 \times 3$, и $2 = 1 \times 2$, то число всех перестановок можем представить в виде произведения:

$$1 \times 2 \times 3 \times 4 = 24.$$

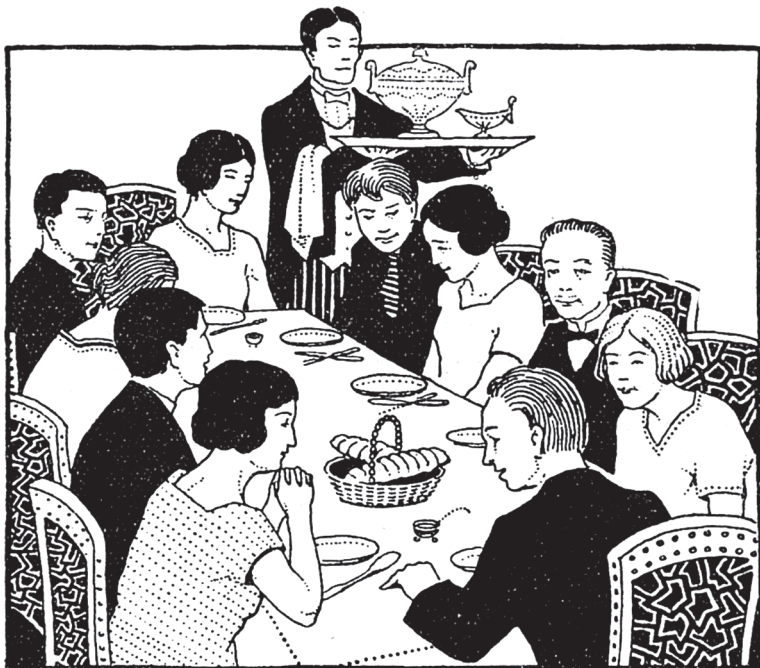
Рассуждая таким же образом и в случае 5-ти предметов, мы узнаем, что тогда число перестановок равно

$$1 \times 2 \times 3 \times 4 \times 5 = 120.$$

Для шести предметов:

$$1 \times 2 \times 3 \times 4 \times 5 \times 6 = 720$$

И так далее.



Обратимся теперь к случаю с 10 обедающими.

Число возможных здесь перестановок легко определить, если дать себе труд вычислить произведение

$$1 \times 2 \times 3 \times 4 \times 5 \times 6 \times 7 \times 8 \times 9 \times 10$$

Тогда и получится указанное выше число

3 628 800.

III.

Расчет был бы сложнее, если бы в числе 10 обедающих было 5 девушек, и они желали бы сидеть за столом так, чтобы девушки и молодые люди чередовались. Хотя число возможных перемещений здесь гораздо меньше, вычислить его несколько труднее. Пусть сядет за стол — безразлично как — один из юношей. Остальные четверо могут разместиться, оставляя между собою пустые стулья для девушек, — $1 \times 2 \times 3 \times 4 = 24$ -мя различными способами. Так как всех стульев 10, то первый юноша может сесть 10-ю способами; значит, число всех возможных размещений для молодых людей $10 \times 24 = 240$. Сколькими же способами могут сесть на пустые стулья между юношами 5 девушек? Очевидно, $1 \times 2 \times 3 \times 4 \times 5 = 120$ способами. Сочетая каждое из 240 положений юношей с каждым из 120 положений девушек, получаем все число возможных размещений:

$$240 \times 120 = 28\,800.$$

Число это во много раз меньше предыдущего и потребовало бы всего 79 лет (без малого), — так что доживи молодые посетители ресторана до сто-



летнего возраста, они могли бы дожидаться бесплатного обеда, если не от самого официанта, то от его наследников.

В заключение предлагаю терпеливым любителям вычислений проверить следующий расчет:

Сколькими способами можно рассадить в классе 25 учеников?

Ответ как будто прост:

$$1 \times 2 \times 3 \times 4 \times 5 \times 6 \times 7 \dots 23 \times 24 \times 25$$

Однако, выполнить это умножение довольно хлопотливо. Кто его проделает, у того должен получиться такой результат — для большинства, вероятно, неожиданный по своей огромной величине:

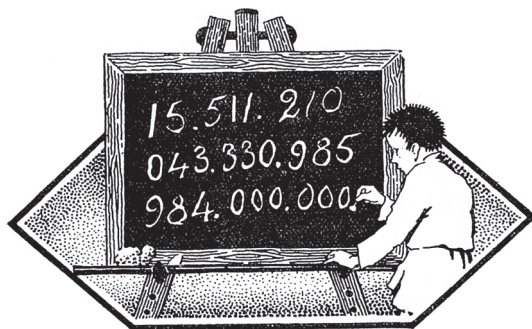
15 511 210 043 330 985 984 000 000.

Число произносится так:

15 септиллионов 511 секстиллионов 210 квинтиллионов 43 квадриллиона 330 триллионов 985 миллиардов 984 миллиона.

Это самое большое число из всех тех, какие написаны в нашей книжечке¹.

¹ Перельман имеет в виду часть книги «Числа-великаны». (Прим. ред.)



МЕЖДУ ДЕЛОМ



НОЖНИЦЫ И БУМАГА

Одним взмахом на три части. — Поставить полоску на ребро. — Заколдованные кольца. — Неожиданные результаты разрезывания. — Бумажная цепь. — Продеть себя через листок бумаги. — Устойчивая монета.

Вы думаете конечно — как я и думал когда-то, — что на свете есть ненужные вещи. Ошибаетесь: нет такого хлама, который не мог бы для чего-нибудь пригодиться. Что не нужно для одной цели, полезно для другой; что не надобно для дела, годится для забавы.

В углу ремонтируемой комнаты попало мне как-то несколько исписанных почтовых карточек и ворох узких бумажных полос, которые отрезаются обычно от края обоев перед оклейкой. Хлам, который годится только в печку, — подумал я. А оказалось, что даже и с такими никому не нужными вещами можно очень интересно позабавиться. Старший брат показал мне ряд любопытных головоломок, какие можно проделать с этим материалом.

Начал он с бумажных лент. Подав мне один обрывок полоски, длиною ладони в три, он сказал:

— Возьми ножницы и разрежь эту полоску на три части...

Я нацелился резать, но брат удержал меня:

— Постой, я не кончил. Разрежь на три части одним взмахом ножниц.

Это было потруднее. Я примерял на разные лады, но все более убеждался, что брат задал мне мудреную задачу. Наконец, я сообразил, что она вовсе не разрешима.

— Ты шутишь, — сказал я. — Это невозможно.

— Хорошенько подумай, может и догадаешься.

— Я уже догадался, что задачу решить нельзя.

— Плохо догадался. Дай-ка.

Брат взял у меня полоску и ножницы, сложил бумажную ленту вдвое и разрезал ее пополам. Получилось, конечно, три куска.

— Видишь?

— Да, но ты согнул полоску!

— Отчего же ты не согнул?

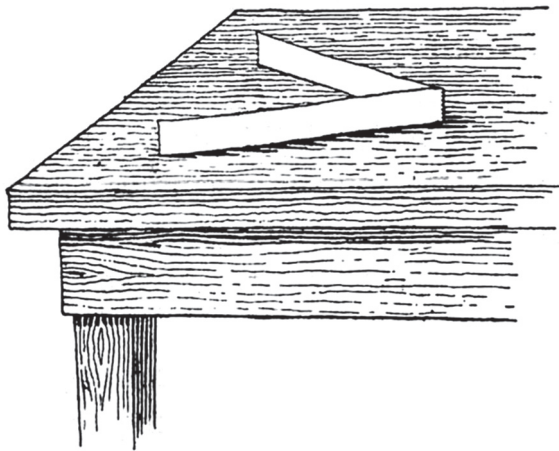
— Ведь не сказано было, что можно сгибать.

— Но и не сказано было, что сгибать нельзя. Сознайся уж прямо, что не догадался.



Брат сложил полоску вдвое и разрезал

- Дай другую задачу. Больше не поймашь!
- Вот еще полоска. Поставь ее на стол ребром.
- Чтоб стояла или чтоб упала? — спросил я, подозревая ловушку.
- Конечно, чтоб стояла. Если упадет, значит положена, а не поставлена.
- Чтоб стояла... ребром... — размышляя я и вдруг сообразил, что полоску можно согнуть. Я перегнул ее углом и поставил на стол.
- Правильно, — похвалил брат.
- Еще!
- Изволь. Видишь, я склеил концы нескольких полосок и получил бумажные кольца. Возьми красно-синий карандаш и проведи вдоль всей наружной стороны этого кольца синюю черту, а вдоль внутренней — красную.
- А потом?



Я перегнул полоску и поставил ее на стол

— Это и все.

Пустяшная работа! Однако она у меня не спорилась. Когда я замкнул синюю черту и хотел приступить к красной, то с досадой обнаружил, что прочертил синей линией обе стороны кольца.

— Дай другое кольцо, — сконфуженно сказал я. — Я нечаянно испортил первое.

Но и со вторым кольцом приключилась та же неудача: я и не заметил, как прочертил обе стороны кольца.

— Наваждение какое-то! Опять испортил. Дай третье.

— Бери, не жалко.

Что же вы думаете? Ведь и на этот раз исчерченными синим цветом оказались обе стороны! Для красного карандаша не осталось свободной стороны.

Я был огорчен.

— Такой простой вещи сделать не можешь! — смеясь, сказал брат. — А вот у меня сразу получается.

И взяв бумажное кольцо, он быстро провел по всей его наружной стороне синюю черту, по всей внутренней — красную.

Получив новое кольцо, я принялся возможно осмотрительнее вести черту по одной его стороне и, стараясь не перейти как-нибудь на другую, замкнул линию. Опять неудача: обе стороны прочерчены! Готовый заплакать, я растерянно взглянул на брата — и тогда только, по его лукавой усмешке, догадался, что здесь дело не ладно.

— Эге, ты что-то... Это фокус? — спросил я.

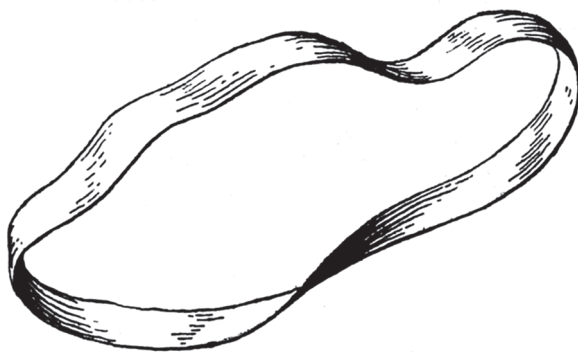
— Кольца заколдованы, — ответил он. — Необыкновенные!

— Какие же необыкновенные? Кольца как кольца.

Попробуй проделать с этими кольцами что-нибудь другое. Например, могли бы ты такое кольцо разрезать вдоль, чтобы получить два потоньше?

— Эка важность!

Разрезав кольцо, я уже собирался показать брату полученную пару тонких колец, когда с изумлением заметил, что в руках у меня не два, а одно длинное кольцо.



В руках у меня не два, а одно кольцо

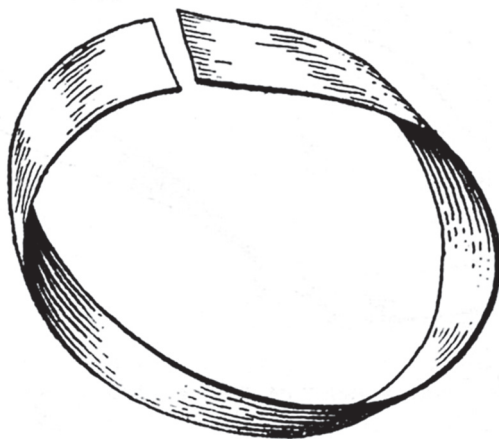
— Ну, где же твои два кольца? — насмешливо спросил брат.

— Дай другое кольцо: попробую еще раз.

— А ты разрежь то, которое у тебя получилось.

Я разрезал. На этот раз у меня было в руках несомненно два кольца. Но когда я стал их разнимать, оказалось, что их невозможно распутать, так они были сплетены друг с другом. Брат был прав: кольцо в самом деле словно заколдованное!

— Секрет колдовства очень прост, — объяснил брат. — Ты можешь и сам изготовить такие необыкновенные кольца. Все дело в том, что, прежде чем склеить концы бумажной ленты, нужно завернуть один из концов вот так¹.



Как получить заколдованное кольцо

— От этого все и происходит?

— Представь! Сам же я, конечно, чертил карандашом на обыкновенном кольце... Еще интереснее получается, если конец ленты завернуть при этом не один, а два раза.

Брат на моих глазах приготовил кольцо по этому способу и подал мне.

— Разрежь вдоль, — сказал он. — Что ты получишь?

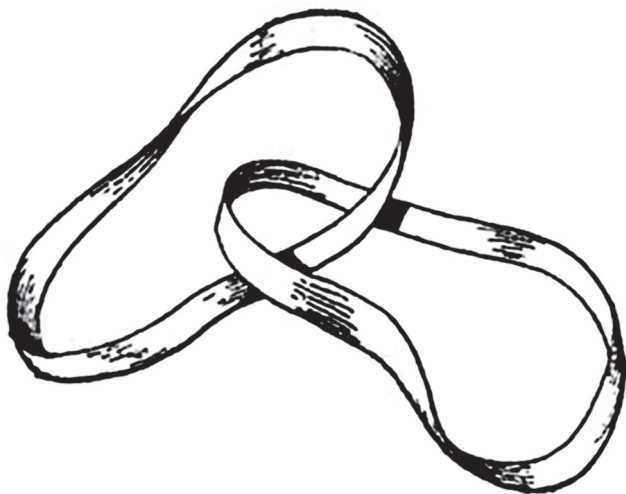
Разрезав, я получил два кольца, но продетые одно сквозь другое. Забавно! Разнять их было невозможно.

Я сам приготовил еще три таких кольца — и получил еще три пары неразлучных колец.

— А как бы ты сделал. — спросил брат, — если бы тебе нужно было все 4 пары колец соединить в одну длинную, несомкнутую цепь?

— Ну, это просто: разрезать по одному кольцу у каждой пары, продеть и снова заклеить.

¹Речь идет о так называемом кольце Мёбиуса, фигуре с односторонней поверхностью, названной так по имени немецкого астронома и математика Августа Мёбиуса (1790–1868). (Прим. ред.)



Разнять кольца было невозможно

- Значит, ножницами ты разрезал бы, — возразил брат, — три кольца?
— Три, разумеется, — ответил я.
— А меньше трех нельзя?
— У нас ведь четыре пары колец. Как же ты хочешь их соединить, разорвав только два кольца? Это невозможно, — с уверенностью заявил я.

Вместо ответа брат молча взял из моих рук ножницы, разрезал два кольца одной пары и соединил ими три остальные пары: получилась цепь из 8 колец.



До смешного просто! Никакой хитрости здесь не было, и я удивлялся только, как мне самому не пришла в голову такая простая мысль.

— Ну, достаточно возились с бумажными лентами. У тебя там, кажется, есть еще старые почтовые карточки. Дай-ка придумаем что-нибудь и с ними. Попробуй, например, вырезать в карточке самую большую дыру, какую только тебе удастся.

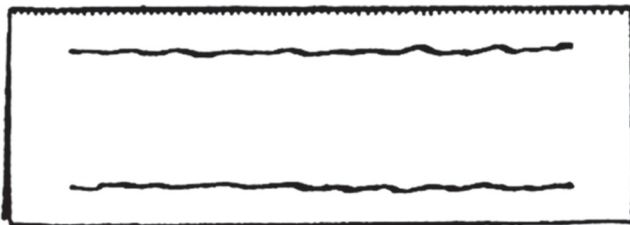
Проткнув карточку ножницами, я аккуратно вырезал в ней четырехугольное отверстие, оставив узенькую кайму бумаги.

— Всем дырам дыра! Больше не вырезать, — с удовлетворением сказал я, показывая брату результат моей работы.

Брат, однако, был иного мнения.

— Ну, дыра маловата. Едва рука пролезает.

— А ты бы хотел, чтобы вся голова прошла? — язвительно ответил я.



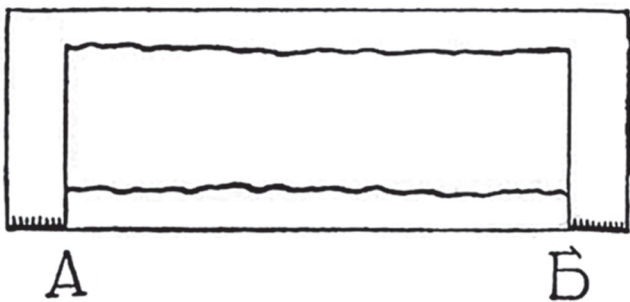
— Голова и туловище. Чтобы всего себя продеть можно было: это будет подходящая дыра.

— Ха-ха! Вырезать дыру больше самой бумаги, этого ты хочешь?

— Именно. Больше бумаги во много раз.

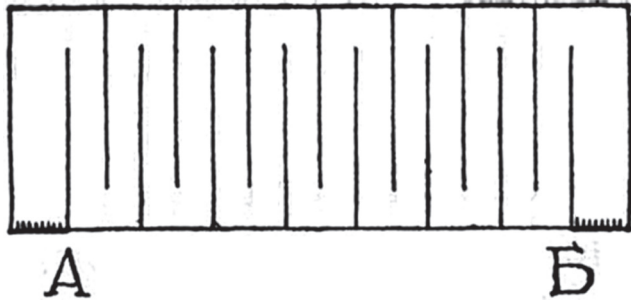
— Тут уж никакая хитрость не поможет. Что невозможно, то невозможно!

— А что возможно, то возможно, — сказал брат и принялся вырезать.



Уверенный, что он шутит, я все же с любопытством следил за его руками. Он перегнул почтовую карточку пополам, потом провел карандашом близ длинных краев перегнутой карточки две черты и сделал два надреза близ других двух краев.

Затем прорезал сложенный край от точки А до точки Б и стал делать надрезы тесно один возле другого так:



— Готово, — объявил брат.

— Но я не вижу никакой дыры.

— Гляди-ка!

И брат разнял бумажку. Представьте: она развернулась в длинейшую цепь, которую брат совершенно свободно перекинул через мою голову. Она упала к моим ногам, окружив меня своими зигзагами.



— Ну что: можно пролезть через такую дыру? Как ты скажешь?

— Двоим не тесно будет! — в восхищении воскликнул я.

Когда я самостоятельно проделал то же самое с другой карточкой, у брата уже готова была новая неожиданность. Положив на ладонь карточку и поместив поверх нее посредине монету, он спросил:

— Как ты думаешь, что произойдет с монетой, если я вышибу щелчком карточку под нею?

— Упадет на пол и ничего больше. Не разобьется, конечно.

— А если не упадет?

— Как же не упадет, когда ты из-под нее вышибешь карточку? Должна упасть.

— Смотри же!

Щелчок далеко вышиб карточку. Но монета спокойно осталась на руке.

— Ловко ты это. Я и не подглядел как... Наверно ты незаметно придержал монету, когда щелкнул по карточке?

— Ничуть. Могу повторить опыт на твоей собственной руке.

Опыт был повторен. Тот же результат: карточка отлетела далеко, а монета снова осталась на ладони.

— Никакой уловки здесь нет, все само собою происходит. Надо только проворно действовать. Карточка выскальзывает из-под монеты так быстро, что не успевает увлечь ее с собою. Монета и остается на месте. Попробуй сам.

Я попробовал. Действительно: вопреки моим собственным ожиданиям, опыт удался чуть не с первого раза.

— Если бы эти ножницы были поменьше и, значит, не так тяжелы, ты мог бы взять их для опыта вместо монеты.

На этом брат закончил свои опыты и головоломки, обещав в другой раз показать целый ряд новых — исключительно с одними монетами.



РАЗВЛЕЧЕНИЯ С МОНЕТАМИ

Видимая и невидимая монета. — Бездонный стакан. — Куда девалась монета? — Задачи на размещение монет. — В какой руке гривенник? — Игра с перекладыванием монет. — Индусская легенда. — Решения задач.

— Вчера ты обещал показать фокус с монетами, — напомнил я брату за утренним чаем.

— С утра за фокусы? Ну, ладно. Опорожни-ка полоскательную чашку.

На дно опорожненной чашки брат положил серебряную монету.

— Смотри в чашку, не двигаясь с места и не подаваясь вперед. Видна тебе монета?

— Видна.

Брат немного отодвинул от меня чашку.

— А теперь?

— Вижу краешек монеты; остальное заслоняется.

Слегка отодвинув чашку еще дальше от меня, брат достиг того, что монета более не была видна, заслоняемая целиком стенкой чашки.

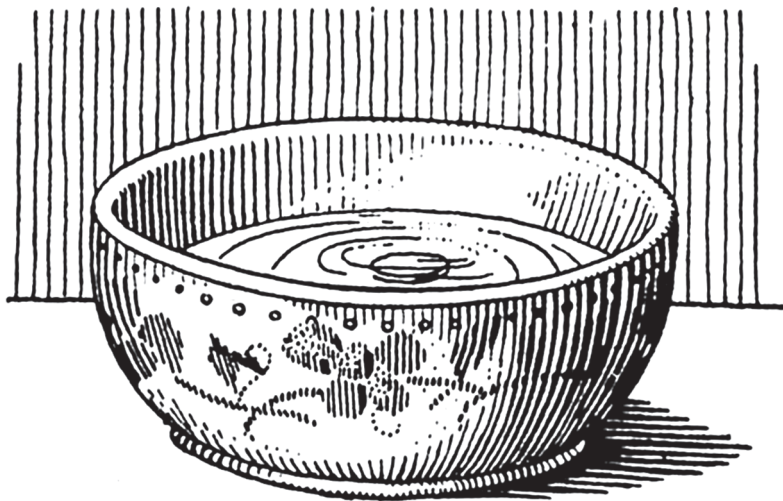
— Сиди смирно, не двигайся. Я наливаю в чашку воды. Что стало с монетой?



Монета не была видна

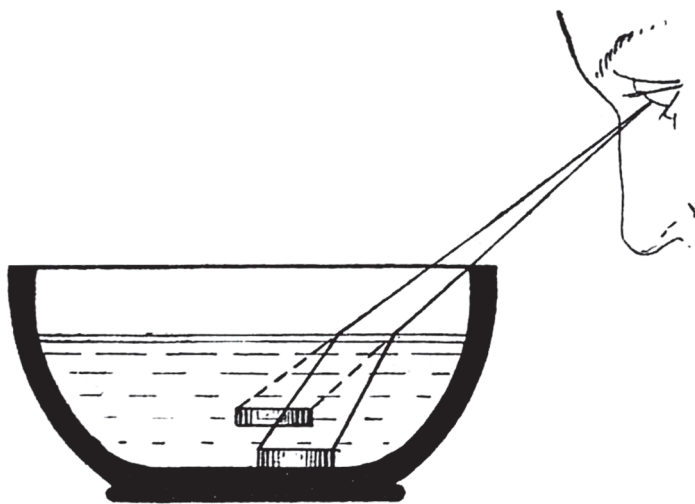
— Снова видна вся, словно приподнялась вместе с дном. Отчего это?

Взяв карандаш, брат нарисовал на бумаге чашку с монетой, и тогда мне все стало ясно. Пока монета находилась на дне сухой чашки, ни один луч света от монеты не мог достигнуть глаза, потому что свет идет по прямым линиям, а непрозрачные стенки чашки стоят как раз на пути между монетой и глазом.



Монета снова видна

Когда же налили воды, дело изменилось: переходя из воды в воздух, лучи света переламываются (физики говорят: «преломляются») и скользят уже по верх края чашки, попадая в глаз. Но мы привыкли видеть вещи только в месте исхода прямых лучей, и потому невольно помещаем монету не там, где она ле-



Почему кажется, что дно чашки поднялось?

жит, а повыше, на продолжении преломленного луча. Оттого-то нам и кажется, будто дно чашки приподнялось вместе с монетой.

— Советую запомнить этот опыт, — прибавил брат. — Он пригодится тебе во время купанья. Купаясь в мелком месте, где видно дно, никогда не забывай, что ты видишь дно выше его настоящего положения. И порядочно выше: примерно на целую четверть глубины. Где истинная глубина, скажем, 1 метр, тебе покажется всего лишь 75 сантиметров. С купающимися детьми не раз уже случались несчастья по этой причине: они неправильно оценивали глубину.

— Я заметил, что когда медленно плывешь в лодке над таким местом, где видно дно, то кажется, что наибольшая глубина лежит как раз под самой лодкой, а кругом гораздо мельче. Но переходишь в другое место — и опять кругом тебя мелко, а прямо под тобою самая большая глубина. Так и кажется, что глубокое место кочует вместе с лодкой. Отчего это?

— Теперь это тебе нетрудно будет понять. Дело в том, что лучи, выходящие из воды почти отвесно, меньше других меняют свое направление; оттого и дно в таких местах кажется менее приподнятым, чем в других, откуда в наш глаз вступают косые лучи. Естественно, что самое глубокое место должно казаться нам лежащим прямо под лодкой, хотя бы дно было совсем ровно... А теперь сделаем опыт совсем другого рода.

Брат наполнил стакан водою до самых краев.

— Как ты думаешь: что произойдет, если я теперь брошу в этот стакан двугривенный?

— Известно что: вода перельется через край.

— Попробуем.

Осторожно, избегая сотрясений, брат опустил в полный стакан монету. Однако, не вылилось ни капли.

— Теперь попробуем опустить еще двугривенный, — сказал брат.

— Тогда уж наверно прольется, — предостерег я.

И ошибся: в полном стакане нашлось место и для второй монеты. За нею последовала в стакан третья монета, потом четвертая.

— Что за бездонный стакан! — вырвалось у меня.

Брат молчал и невозмутимо продолжал опускать в стакан монету за монетой. Пятый, шестой, седьмой двугривенный упали на дно: вода не выливалась. Я не верил своим глазам. Мне не терпелось узнать разгадку.

Но брат не спешил объяснять. Он продолжал осторожно опускать монеты и остановился только на 15-м двугривенном.

— Ну, пока достаточно, — сказал он наконец, — Заметь, как вздулась вода у краев стакана.

В самом деле: вода стояла выше стенок стакана примерно на толщину спички, округляясь у краев, словно в прозрачном мешочке.

— В этом вздутии и кроется вся разгадка, — продолжал брат. — Вот куда девалась та вода, которую вытеснили монеты.

— Пятнадцать монет вытеснили так мало воды? — изумился я. — Ведь стопка из 15 двугривенных довольно высока, а здесь тонкий слой, едва толще двугривенного.

— Ты прими в расчет не только толщину слоя, но и его площадь. Пусть толщина водяного слоя даже и не толще двугривенного. Зато ширина больше во сколько раз?

Я прикинул: стакан раза в 4 шире двугривенного.

— В четыре раза шире и одинаковой толщины; значит, — заключил я. — слой больше двугривенного всего только в 4 раза. В стакане могло бы поместиться 4 монеты, а ты погрузил уже 15 и собираешься, кажется, еще накладывать. Откуда же берется место?

— Расчет твой неверен. Если один круг вчетверо шире другого, то площадь его больше не в 4, а в 16 раз.

— Вот как!

— Ты должен был бы знать это. Сколько в квадратном метре квадратных сантиметров? Разве сто?

— Нет: $100 \times 100 = 100\,000$

— Вот видишь. Для кругов верно то же правило: вдвое шире — вчетверо бóльшая площадь; втрое шире — в 9 раз бóльшая; вчетверо шире — в 16 раз и т. д. Значит, объем водяного вздутия над краями стакана больше объема двугривенного в 16 раз. Понятно тебе теперь, откуда взялось место в стакане? И еще возьмется, потому что вода над краями может вздуться раза в два толще двугривенного.

— Так неужели ты мог бы наложить в стакан двадцать монет?

— Даже больше, если погружать осторожно, без сотрясений.

— Никогда не поверил бы, что в стакане, до краев полном воды, может найтись место для стольких монет!

Пришлось, однако, поверить, когда я собственными глазами увидел эту горку монет внутри стакана.

— А мог бы ты положить 11 монет в 10 блюдцев так, чтобы в каждом блюдце лежало только по одной монете?

— Блюдца с водой?

— Хоть и сухие, как тебе удобнее, — рассмеялся брат, ставя в ряд 10 блюдцев.

— Это тоже физический опыт?

— Нет, психологический. Принимайся же за дело.

— Одиннадцать монет в десяти блюдцах, и в каждом по одной... Нет, не сумею, — сразу сдался я.

— Берись за дело, я помогу тебе. В первое блюдце положим первую монету, а на время также и 11-ю монету.

Я положил в первое блюдце две монеты, в недоумении ожидая, что будет дальше.

— Положил две монеты? Хорошо. Третью монету клади во второе блюдце. Четвертую монету — в третье блюдце, пятую — в четвертое блюдце и т. д.

Я исполнил сказанное, и когда положил 10-ю монету в 9-е блюдо, то с изумлением увидел, что имеется еще 10-е свободное блюдо.

— В него мы и положим ту 11-ю монету, которая временно лежала в первом блюде, — сказал брат и, взяв из первого блюда лишнюю монету, опустил ее в 10-е блюдо.

Теперь 11 монет лежало в 10 блюдах, по одной в каждом... С ума сойти!

Брат проворно собрал монеты, не желая объяснять мне, в чем тут дело.

— Должен сам догадаться. Это тебе будет и полезнее и интереснее, чем узнавать готовые решения.

И не слушая моих просьб, он предложил мне новую задачу:

— Вот 6 монет. Расположи их в 3 ряда так, чтобы в каждом ряду было по три монеты.

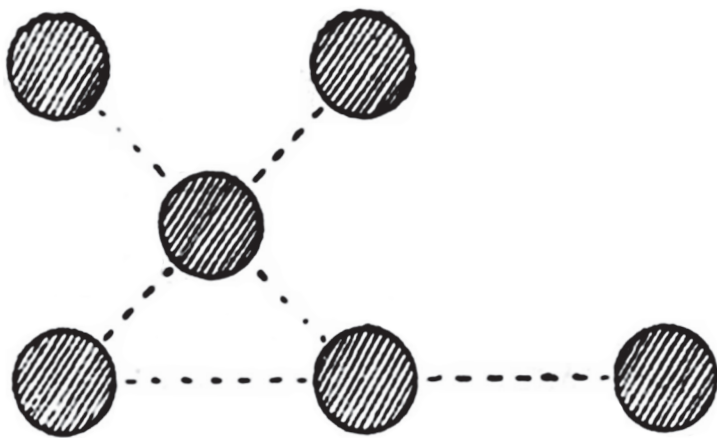
— Для этого нужны 9 монет.

— С 9-ю монетами каждый сможет. Нет, надо именно с 6-ю.

— Опять, значит, какая нибудь непостижимая штука?

— Слишком скоро сдаешься! Смотри, как просто.

И он расположил монеты следующим образом:



— Здесь три ряда, в каждом по три монеты, — объяснил он.

— Но ведь тут ряды перекрещиваются!

— И пусть. Разве сказано было, что им нельзя перекрещиваться?

— Если бы я знал, что так можно, я и сам догадался бы.

— Ну, так догадайся, как решить ту же задачу другим способом. Но не сейчас; обдумаешь потом, на досуге. И вот тебе еще три задачи в том же роде. Первая: 9 монет расположить в 10 рядов по 3 монеты в каждом ряду. Вторая: 10 монет расположить 5-ю рядами, по 4 в каждом. Третья задача вот такая. Я черчу квадрат, разграфленный на 36 квадратиков. Надо расположить здесь 18 монет, по одной в квадратике, чтобы в каждом продольном и поперечном ряду лежало по 3 монеты... Да, я вспомнил еще один фокус с монетами. Возь-

ми в одну руку пятиалтынный, в другую гривенник, но не показывай и не говори мне, в какой руке у тебя какая монета. Я угадаю. Ты только сделай в уме следующее: удвой то, что у тебя в правой руке, утрой то, что в левой, и сложи все, что получилось. Готово?

— Есть!

— Четное или нечетное получилось число?

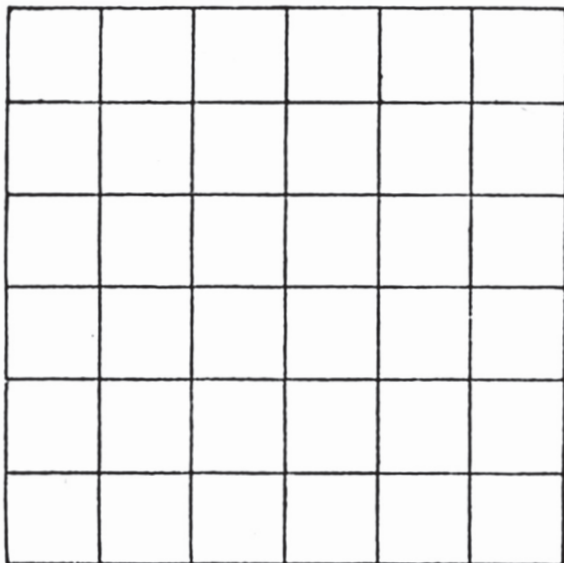
— Нечетное.

— Гривенник в правой руке, пятиалтынный в левой, — сразу же объявил брат, и угадал.

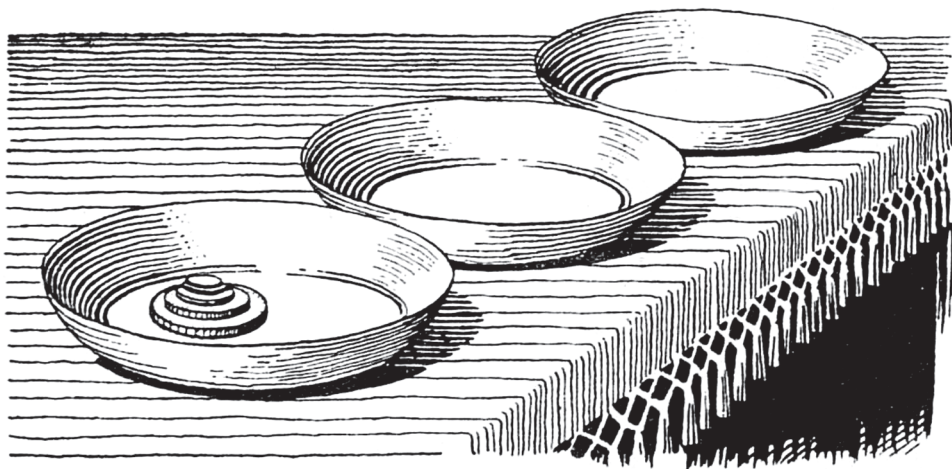
Проделили еще раз. Результат получился четный, и брат безошибочно указал, что гривенник в левой руке.

— И об этой задаче подумай на досуге, — сказал брат. — А в заключение покажу тебе любопытную игру с монетами.

Поставив рядом три блюда, брат положил в первое блюдо стопку монет: внизу рублевую, на ней — полтинник, выше двугривенный, потом пятиалтынный и гривенник¹.



*Задача с монетами
в квадратах*



¹ Полтинником называется монета достоинством в 50 копеек, двугривенным — 20 копеек, пятиалтынным — монета достоинством 15 копеек, гривенником — десятикопеечная монета (*Прим, ред.*).

— Всю эту горку из пяти монет нужно перенести на третье блюдо, соблюдая следующие правила. Первое правило: за один раз перекладывать только одну монету. Второе: никогда не класть бóльшую монету на мéньшую. Третье: можно временно класть монеты и на среднюю тарелку, соблюдая оба правила, но к концу игры все монеты должны очутиться на третьем блюде в первоначальном порядке. Правила, как видишь, не сложные. А теперь приступай к делу.

Я принялся перекладывать. Положил гривенник на третье блюдо, пятиалтынный на среднее, и запнулся. Куда положить двугривенный? Ведь он крупнее и гривенника и пятиалтынного.

— Ну что же? — выручил меня брат. — Клади гривенник на среднее блюдо, на пятиалтынный. — Тогда для двугривенного освободится третье блюдо.

Я так и сделал. Но дальше новое затруднение. Куда положить полтинник? Впрочем, я скоро догадался: перенес сначала гривенник на первое блюдо, пятиалтынный на третье и затем гривенник тоже на третье. Теперь полтинник можно положить на свободное среднее блюдо. Дальше, после длинного ряда перекладываний, мне удалось перенести также рублевую монету с первого блюда и, наконец, собрать всю кучку монет на третьем блюде.

— Сколько же ты проделал всех перекладываний? — спросил брат, одобрив мою работу.

— Не считал.

— Давай сосчитаем. Ведь интересно же знать, каким наименьшим числом ходов можно достигнуть нашей цели. Если бы кучка состояла не из 5-ти, а только из 2-х монет — пятиалтынного и гривенника, то сколько понадобилось бы ходов?

— Три: гривенник на среднее блюдо, пятиалтынный — на третье и затем гривенник на третье блюдо.

— Правильно. Прибавим теперь еще монету — двугривенный — и считаем, сколькими ходами можно перенести кучку из этих монет. Поступаем так: сначала последовательно переносим меньшие две монеты на среднее блюдо. Для этого нужно, как мы уже знаем, 3 хода. Затем перекладываем двугривенный на свободное третье блюдо — 1 ход. А тогда перекладываем обе монеты со среднего блюда тоже на третье — еще 3 хода. Итого всех ходов $3 + 1 + 3 = 7$.

— Для четырех монет позволь мне сосчитать самому число ходов. Сначала переношу 3 меньшие монеты на среднее блюдо — 7 ходов; потом полтинник на третье блюдо — 1 ход, и затем снова 3 меньшие монеты на третье блюдо — еще 7 ходов. Итого $7 + 1 + 7 = 15$.

— Отлично. А для пяти монет?

— $15 + 1 + 15 = 31$.

— Ну, вот ты и уловил способ вычисления. Но я покажу тебе, как можно его еще упростить. Заметь, что полученные нами числа 3, 7, 15, 31 — все

представляют собою двойку, умноженную на себя один или несколько раз, но без единицы. Смотри!

И брат написал табличку.

$$3 = 2 \times 2 - 1$$

$$7 = 2 \times 2 \times 2 - 1$$

$$15 = 2 \times 2 \times 2 \times 2 - 1$$

$$31 = 2 \times 2 \times 2 \times 2 \times 2 - 1$$

— Понимаю: сколько монет перекадывается, столько раз берется двойка множителем, а затем отнимается единица. Я мог бы теперь вычислить число ходов для любой кучки монет. Например, для 7 монет:

$$2 \times 2 \times 2 \times 2 \times 2 \times 2 - 1 = 128 - 1 = 127$$

— Вот ты и постиг эту старинную игру. Одно только практическое правило надо тебе еще знать: если в кучке нечетное число монет, то первую монету перекадывают на третье блюдо; если четное — то на среднее блюдо.

— Ты сказал: старинная игра. Разве ты не сам ее придумал?

— Нет, я только применил ее к монетам. Сама же игра очень древнего происхождения и зародилась, вероятно, в Индии. Там существует преинтересная легенда, связанная с этой игрой¹. В городе Бенаресе имеется будто бы храм, в котором индусский бог Брами при сотворении мира установил три алмазных палочки и надел на одну из них 64 золотых кружка: самый большой внизу, а каждый следующий меньше предыдущего. Жрецы храма обязаны без усталости, днем и ночью, перекадывать эти кружки с одной палочки на другую, пользуясь третьей как вспомогательной и соблюдая правила нашей игры: переносить зараз только один кружок и не класть большего на меньший. Легенда говорит, что, когда будут перенесены все 64 кружка, наступит конец мира.

— О, значит, мир давно уж должен был погибнуть, если верить этому преданию!

— Ты думаешь, кажется, что перенесение 64 кружков не должно отнять много времени?

— Конечно. Делая каждую секунду один ход, можно ведь в час успеть проделать 3600 перенесений.

— Ну и что же?

¹ На самом деле игра и связанная с ней легенда появились в XIX веке. Их автор Люка, Франсуа Эдуард Анатоль (1842–1891), французский математик. (Прим. ред.)

— А в сутки — около ста тысяч. В десять дней — миллион ходов. Миллионом же ходов можно наверное перенести не 64 кружка, а хоть целую тысячу.

— Ошибаешься. Чтобы перенести 64 кружка, нужно круглым счетом 500 миллиардов лет!

— Но почему это? Ведь число ходов равно только произведению 64 двоек, а это составляет...

— «Только» 18 триллионов с лишком, если называть триллионом миллион миллионов миллионов.

— Погоди, я сейчас перемножу и проверю.

— Прекрасно. А пока будешь умножать, я успею сходить по своим делам.

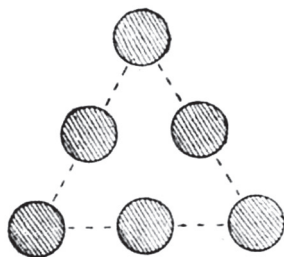
И брат ушел, оставив меня погруженным в выкладки. Я нашел сначала произведение 16 двоек, затем умножил этот результат — 65 536 — сам на себя, а то, что получилось, — снова на себя. Скучная работа, но я вооружился терпением и проделал ее до конца. У меня получилось такое число:

18 446 744 073 709 551 616.

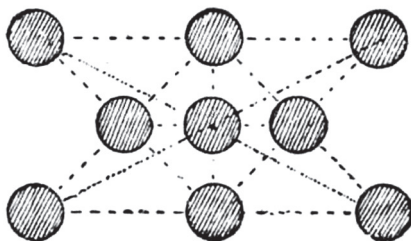
Брат, значит, был прав...

Набравшись храбрости, я принялся за те задачи, которые брат предложил мне решить самостоятельно. Они оказались не такими уж сложными, а некоторые даже и очень легкими. С 11 монетами в 10 блюдах дело было до смешного просто: мы клали в первое блюдо первую и одиннадцатую монеты; затем во второе блюдо третью монету, потом четвертую монету и т. д. А где же вторая монета? Ее совсем не клали! В этом и весь секрет. Так же прост секрет отгадывания, в какой руке гривенник: ведь 15 копеек при удвоении дают четное число, а при утроении — нечетное; гривенник же всегда дает четное число; поэтому если в сумме получалось число четное, то, значит, 15 копеек были удвоены, т. е. находились в правой руке, а если сумма нечетная, то ясно, что 15 копеек были утроены, то есть находились в левой руке.

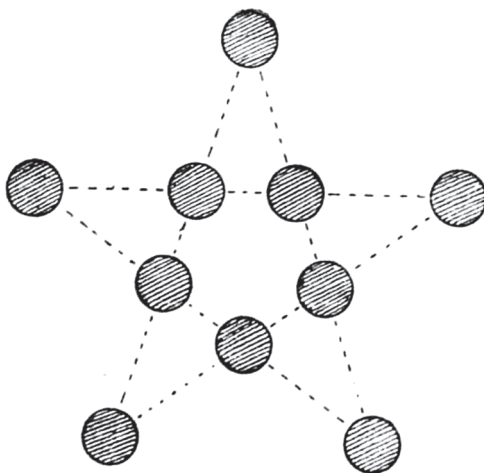
Решения задач с размещением монет ясны из прилагаемых чертежей (см. рис.)



*Шесть монет
в трех рядах*

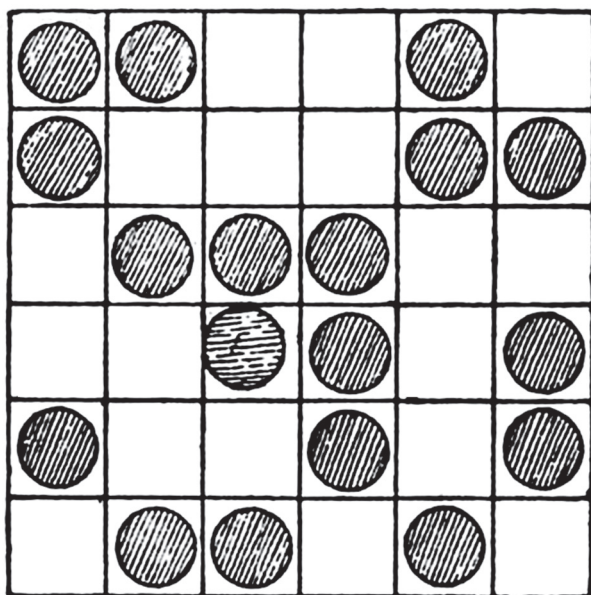


*Девять монет
в десяти рядах*



Десять монет в пяти рядах

Наконец, задача с монетами в квадратах решается так, как показано здесь на чертеже: 18 монет размещены в квадрате с 36 клетками, и при этом в каждом ряду находится по три монеты.



В каждом ряду 3 монеты

ЗАВТРАК С ГОЛОВОЛОМКАМИ

*Полтинник и гривенник. — Как мерить и взвешивать с помощью монет. —
Великан и карлики. — Монета в 1000 рублей. — Два арбуза. —
Геометрия торговцев. — Вес рыбы. — Задача о равноволосых людях. —
Головы и ноги. — Два гренадера. — Пароход и щепка. —
Отгадывание задуманных чисел и спичек.*

— Вчера задали мне любопытную задачу, — рассказывал однажды товарищ брата, когда все мы сидели за завтраком. — В бумажке вырезано круглое отверстие величиной с гривенник, и надо через него продеть полтинник. Уверяли меня, что это возможно.

— Сейчас посмотрим, возможно ли это, — ответил брат.

Он справился в своей записной книжке, сделал какие-то выкладки и объявил:

— Да, возможно.

— Но как же это? Я не понимаю, — недоумевал гость.

— А я понимаю, — вмешался я в разговор: — сначала продеть один гривенник, потом второй, третий, четвертый и пятый. Тогда пройдет полтинник.

— Не полтинник, но 50 копеек, — поправил брат. — Надо же продеть именно полтинник.

Он вынул из кармана обе монеты, приложил гривенник к бумажке, обвел его карандашом и вырезал кружок маленькими складными ножницами своего перочинного ножа.

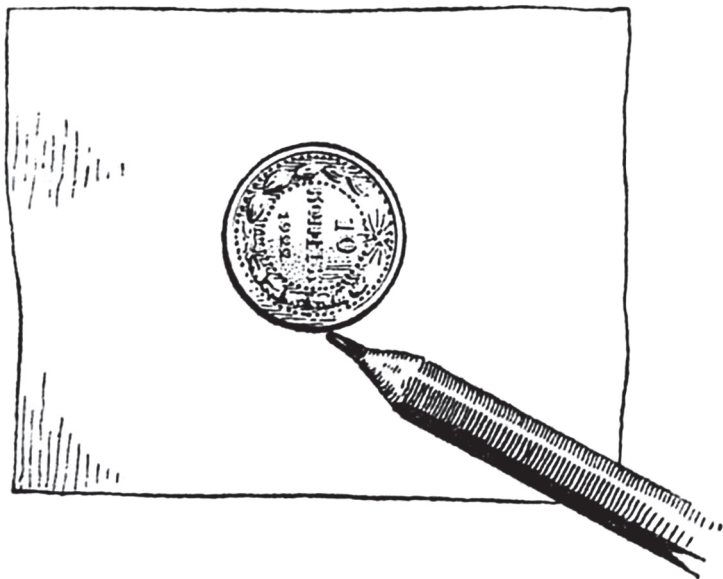
— А теперь проденем через это отверстие полтинник.

С недоверчивым ожиданием следили мы за его пальцами. Он изогнул бумажку так, что круглое отверстие вытянулось в прямую узкую щель. Представьте наше изумление, когда через эту щель довольно легко проскользнул полтинник!

— Хоть и вижу своими глазами, но все еще не понимаю. Ведь отверстие меньше полтинника! — сказал гость.

— Сейчас все станет ясно. Ширина гривенника у меня записана: $17\frac{1}{3}$ миллиметра¹. Окружность отверстия будет в $3\frac{1}{7}$ раза больше, т. е. свыше 54 миллиметров. Теперь сообразите, какой длины должна получиться щель, когда растя-

¹ Гривеннику (10 коп.) и полтиннику (50 коп.) 1930-х годов (когда была написана книга) соответствуют по размеру современные монеты 10 коп. и 5 руб. (Прим. ред.)

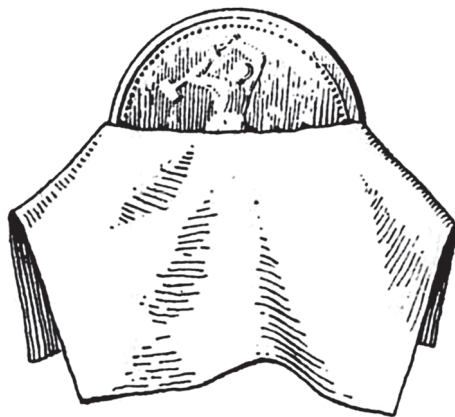


гиваю кружок в прямую линию. Она будет вдвое меньше окружности отверстия, т. е. 27 миллиметров с небольшим. Поперечник же полтинника не достигает 27 миллиметров, и, следовательно, полтинник должен пройти через такую щель. Правда, надо еще принять в расчет и толщину монеты; но дело в том, что когда обводят гривенник карандашом, кружок неизбежно получается чуть больше его истинных размеров; поэтому маленький запас для толщины монеты всегда имеется.

— Теперь я понял, — сказал товарищ брата. — Это все равно, как если бы я обтянул полтинник по диаметру нитяной петлей и затем сложил бы эту петлю кружочком. Через такой кружочек полтинник, разумеется, не пройдет, между тем как через петлю он проходил.

— Ты, кажется, помнишь наизусть размеры всех монет, — заметила сестра.

— Не всех: только тех, величину которых легко запомнить. Остальные у меня записаны.





Петля вокруг монеты

— Какие же легко запомнить? По-моему, все одинаково трудно.

— Не скажи. Разве трудно запомнить, что три рублевых монеты, положенные в ряд, составляют 10 сантиметров, а три полтинника — 8 сантиметров¹?

— Я этого не подозревал, — признался гость. — Ведь зная это, можно производить измерения с помощью монет: отложить 30 раз поперечник рублевой монеты, и получится метр. Полезно для Робинзонов, у которых, по счастью, сохранилась в кармане рублевая монета.

¹ Имеются в виду серебряные рубли и полтинники чеканки 1921–1924 годов. Размеры и вес современных монет указаны в таблице. (*Прим. ред.*)

МОНЕТЫ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ (кроме памятных и юбилейных монет)

Номинал	Параметры		
	Диаметр	Толщина	Масса
1 копейка	15,5 мм	1,25 мм	1,50 г
5 копеек	18,5 мм	1,45 мм	2,60 г
10 копеек	17,5 мм	1,25 мм	1,85 г
50 копеек	19,5 мм	1,10 мм	2,75 г
1 рубль	20,5 мм	1,50 мм	3,0 г
2 рубля	23,0 мм	1,80 мм	5,0 г
5 рублей	25 мм	1,80 мм	6,0 г
10 рублей	22,0 мм	2,20 мм	5,63 г

— Этим и воспользовались герои одного из романов Жюль Верна, потому что и для французских монет существует простое соотношение между их размерами и метром. И заметьте: монеты помогут Робинсонам производить также и взвешивания. Вес рублевой монеты — 20 граммов, полтинника — 10 граммов.

— Так рубль по объему ровно вдвое больше полтинника? — спросила сестра.

— Ровно вдвое.

— Однако рублевая монета не кажется такою: она не толще полтинника вдвое и не шире его вдвое, — возразила она.

— Ей и не полагается быть вдвое толще и шире. Если бы она такою была, она имела бы объем не вдвое больше, а...

— Вчетверо, понимаю.

— Ошибаешься: ввосемь! Ведь если монета вдвое шире, то она и вдвое длиннее; а так как она еще и вдвое толще, то объем ее больше в $2 \times 2 \times 2$, т. е. в 8 раз.

— Чтобы иметь двойной объем — сказал гость, — рубль должен быть шире и толще полтинника в такое число раз, которое, будучи умножено на себя раз и еще раз, дало бы в результате 8.

— Верно, — подтвердил брат. — И число это примерно равно $1\frac{1}{4}$. Умножьте $1\frac{1}{4} \times 1\frac{1}{4} \times 1\frac{1}{4}$. Вы получите $\frac{5 \times 5 \times 5}{4 \times 4 \times 4}$, или $\frac{125}{64}$, почти равно 2.

— А как на самом деле?

— Так и есть. Три рублевых монеты, положенные рядом, составляют 10 сантиметров; три полтинника — 8 сантиметров; отношение $10 : 8 = 1\frac{1}{4}$. Таково же, конечно, соотношение и между шириной одной рублевой монеты и одного полтинника.

— Это напоминает мне, — сказал гость, — историю о том человеке, которому приснилась серебряная монета в тысячу рублей. Она снилась ему поставленною на ребро и была высотой с четырехэтажный дом; между тем, если бы такая монета в самом деле была изготовлена, она, конечно, была бы не выше человеческого роста.

— Да, она должна была бы быть, — сказал брат, — всего в десять раз шире обычных размеров, потому что $10 \times 10 \times 10 = 1000$. Значит, поставленная на ребро, она достигала бы в высоту только 33 сантиметра, — в 6



Монета в тысячу рублей



Задача о двух арбузах

раз меньше человеческого роста, — а не 33 метра, как, вероятно, думалось твоему сновидцу.

— Отсюда, между прочим, следует, — сказал гость, — что если один человек на $\frac{1}{4}$ выше другого и на столько же толще, то он должен быть вдвое тяжелее.

— Вывод правильный.

— Во сколько же раз тогда какой-нибудь великан тяжелее карлика? — осведомилась сестра. — Наверное, раз в десять?

— В сотни раз! — ответил брат. — Самый высокий великан, о котором мне доводилось читать, был один эльзасец — на целый метр выше среднего человеческого роста. Это был, следовательно, детина в 275 сантиметров высоты¹.

— А карлик?

— Имеются свидетельства о взрослых карликах менее 40 сантиметров ростом², т. е. ниже исполина эльзасца в 7 раз. Значит, если бы на одну чашку весов поставить нашего великана, то на другую надо бы для равновесия поместить $7 \times 7 \times 7 = 343$ карлика, целую толпу!

— Кстати, — вспомнила сестра, — разрешите мне такую задачу, с которой я встретила на практике. Продаются два арбуза неодинаковых размеров. Один арбуз дороже в $1\frac{1}{2}$ раза, а шире только в $1\frac{1}{4}$ раза, то ясное дело, что дешевле тот арбуз, который поменьше.

— Ну нет! Ведь мы сейчас толковали о том, что если предмет шире, толще и выше в $1\frac{1}{4}$ раза, то объем его больше $1\frac{1}{4} \times 1\frac{1}{4} \times 1\frac{1}{4}$, т. е. вдвое. Значит, выгоднее купить крупный арбуз; он дороже только в полтора раза, а съедобного материала в нем больше в два раза.

¹ Не очень понятно, кого именно Перельман имеет в виду. Самый высокий человек в истории, зарегистрированный в книге рекордов Гиннесса, это американец Роберт Уоглоу (1918–1940). Его рост 2 м 72 см. (*Прим. ред.*)

² В действительности, самый низкорослый в истории взрослый мужчина Чандра Бахадур Данги (1939–2015). Его рост составлял 54,6 см. (*Прим. ред.*)

— Почему же за него просили не вдвое дороже, а только в полтора? — спросил гость.

— Потому что торговцы не знают геометрии. Но не знают ее и покупатели и зачастую отказываются поэтому от выгодных покупок. Можно смело утверждать, что крупные арбузы всегда выгоднее покупать, чем мелкие, потому что они расцениваются торговцами ниже их истинной стоимости; но большинство покупателей не подозревает об этом.

— Значит, и крупные яйца выгоднее покупать, нежели мелкие?

— Безусловно, они обойдутся дешевле. Впрочем, немецкие торговцы догадливей наших: продают яйца на вес; тогда ошибки в расценке не будет.

— Мне задали еще одну занятную задачу, которую я не сразу решил, — сказал гость. — Одного человека спросили, сколько весит пойманная им рыба. Он ответил: «три четверти килограмма и еще три четверти своего веса». Сколько же весила рыба?

— Ну, задача не хитрая, — ответил брат. — Ясно, что $\frac{3}{4}$ килограмма есть вес остающейся $\frac{1}{4}$ рыбы. Вся рыба весит в 4 раза больше, чем $\frac{3}{4}$ килограмма, т. е. 3 килограмма. Я предложу вам задачу потруднее: есть ли на свете люди с совершенно одинаковым числом волос на голове?

— Знаю, — проворно вмешался я. — Есть. Все лысые люди имеют одинаковое число волос!

— А не лысые?

— Те, конечно, нет.

— Я о них и спрашивал. Впрочем, могу поставить вопрос даже и так: «есть ли в Москве люди с одинаковым числом волос?» — сказал брат.

— Мне думается, — вступилась за меня сестра, — что было бы совершенно невероятным совпадением, если бы такие люди нашлись. Хотя это теоретически и возможно, я смело поставила бы тысячу рублей против копейки, что не найдется ни одной пары людей с одинаковым числом волос не только в Москве, но и в целом мире.

— А я на твоём месте не ставил бы и копейки против тысячи рублей, потому что утверждать это — значит готовить себе верный проигрыш, — ответил брат. — Не скажу, чтобы было легко отыскать пару равноволосых людей, но что таких пар должно иметься сотни тысяч в одной Москве, в этом я твердо убежден.

— Как! В одной только Москве сотни тысяч пар равноволосых людей? Ты шутишь!

— Нисколько. Подумай, чего больше: людей в Москве или волос на голове?

— Людей, конечно, больше. Но при чем это здесь?

— А вот при чем. Если людей в Москве больше, чем у каждого из них имеется волос, то число волос неизбежно должно повторяться. Обычно принимают, что у человека на голове около 200 000 волос; людей же в Москве раз в 8 больше. Первые 200 000 москвичей пусть имеют каждый различное число волос. Но сколько волос прикажешь иметь 200 001-му москвичу? Хочешь не хочешь, а придется допустить, что у него повторяется число волос одного

из предыдущих московских граждан, потому что больше 200 000 волос на голове ему иметь не полагается. И вообще, каждый из следующих 200 000 граждан неизбежно должен иметь число волос, равное числу волос кого-нибудь из первых 200 000 человек. И будь в Москве даже всего 400 000 жителей, в ней имелось бы не менее 200 000 пар людей с одинаковым числом волос.

— Вижу, что я с волосами опростоволосилась, — призналась сестра. — Позвольте же мне отыграться и в свою очередь поймать вас впросак. Решите-ка такую задачу. У торговца в корзине лежат куры и кролики; всех голов 35, всех ног 94. Сколько кур и сколько кроликов?

— Эту задачу мы предоставим тебе, — обратился брат ко мне. — Запиши ее себе и реши на досуге; она тебе по силам. Со своей стороны предложу вам задачу, которую я прочел в одном старинном русском учебнике математики конца XVII века: «Два гренадера имеют вместе сто патронов. Первый говорит другому: ежели я свои по 8 считать буду, то у меня останется 7. А другой сказал: когда я свои по 10 считать буду, то и у меня в остатке будет 7. Спрашивается, сколько каждый патронов имеет?»

— Я решил бы эту задачу так, сказал гость. — Отнял бы от ста оба остатка, то есть $7 + 7 = 14$. Получаю 86. Это число нужно разбить на две такие части, из которых одна делится без остатка на 10, другая — на 8. Подобрать такие числа не трудно испытанием. Попробуем 10 и 76 — не годится; 20 и 66 — не годится; 40 и 46 — нет; 30 и 56 — нет; 60 и 26 — нет; 70 и 16 — годится. Итак, мы имеем две пары решений:

$$30 + 7 = 37 \text{ и } 56 + 7 = 63$$

$$70 + 7 = 77 \text{ и } 16 + 7 = 23$$

— Оба решения верны, — подтвердил брат. Теперь еще задача. Расстояние между двумя городами, стоящими на реке, пароход проходит по течению в 4 часа, против течения — в 6 часов. Во сколько времени проплывет то же расстояние щепка? Впрочем, мы лучше предоставим эту задачу тебе, — сказал брат, обращаясь ко мне. — Ведь ты уже проходил дробь; ну так, значит, должен с ней справиться. А сами давайте лучше загадывать числа; я буду отгадчиком. Задумайте какое-нибудь число. Умножьте его на 9. В результате зачеркните одну цифру — какую хотите, кроме нуля и 9. Теперь прочтите мне в любом порядке все остальные цифры: я отгадаю, какую вы зачеркнули.

Один за другим читали мы брату незачеркнутые цифры и едва кончали чтение, как он называл нам недостающую цифру.

— Теперь по-иному, — продолжал брат, не объясняя секрета. — Задумайте число. Припишите к нему 0. Вычитите из полученного числа задуманное. Прибавьте 63. Готово? Теперь зачеркните, как прежде, любую цифру и назовите мне остальные.

Мы выполнили требуемое — и брат безошибочно назвал каждому из нас зачеркнутую цифру.

— Пусть кто-нибудь из вас, хотя бы ты, — обратился брат ко мне, — напишет незаметно для меня какое-нибудь трехзначное число. Написал? Припи-

ши к нему то же число еще раз. Сделано? Теперь все шестизначное число раздели на 7.

— Легко сказать: раздели на 7! Бывает, что и не делится.

— Разделится без остатка. Получил результат? Передай сестре.

И в самом деле: число разделилось без остатка. Я передал бумажку сестре.

— А ты — распоряжался брат, — раздели результат на 11.

— Тоже разделится?

— Да... Видишь, разделилось! Не показывая мне, передай результат дальше.

Гостю было предложено разделить полученное число на 13.

— Неужели и тут деление будет без остатка?

— Сам увидишь. Готово?

Взяв из рук гостя полученный им результат, брат, даже не взглянув на бумажку, вручил ее мне со словами:

— Вот число, которое ты задумал.

Я развернул бумажку: на ней, действительно, было написано первоначально задуманное мною число...

— Чародейство какое-то! — воскликнула сестра.

— Простой арифметический фокус. Разгадка его так же проста, как и следующего фокуса. Я берусь предсказать наперед сумму трех многозначных чисел, из которых два еще не написаны. Напиши любое пятизначное число, — сказал мне брат.

Я написал наобум: 67 834. Брат оставил пробел для двух слагаемых, подвел черту и подписал будущую сумму:

$$\begin{array}{r} \text{(Я)} \dots\dots\dots 67834 \\ \hline \text{(БРАТ)} \dots\dots\dots 167833 \end{array}$$

— Второе слагаемое может написать кто-нибудь из вас, а третье я напишу сам.

Гость взял бумажку и дописал:

$$\begin{array}{r} \text{(Я)} \dots\dots\dots 67834 \\ \text{(ГОСТЬ)} \dots\dots\dots 39458 \\ \hline \text{(БРАТ)} \dots\dots\dots 167833 \end{array}$$

Тогда брат быстро вписал третье слагаемое:

$$\begin{array}{r} \text{(Я)} \dots\dots\dots 67834 \\ \text{(ГОСТЬ)} \dots\dots\dots 39458 \\ \text{(БРАТ)} \dots\dots\dots 60541 \\ \hline \text{(БРАТ)} \dots\dots\dots 167833 \end{array}$$

Проверили сумму: правильно!

— Неужели ты успел так быстро сложить оба числа и вычесть их из суммы?

— О нет, таким искусством я не обладаю. К тому же, я могу повторить фокус и с 5-ю слагаемыми, и при том, если хотите, с восьмизначными числами.

И брат, действительно, проделал это. Получилась следующая картина, на которой римскими цифрами указан порядок написания чисел:

$$\begin{array}{rcl}
 \text{I} \dots (\text{Я}) \dots & 23479853 \\
 \text{III} \dots (\text{ГОСТЬ}) \dots & 72342186 \\
 \text{IV} \dots (\text{СЕСТРА}) \dots & 58667783 \\
 \text{V} \dots (\text{БРАТ}) \dots & 41332216 \\
 \text{VI} \dots (\text{БРАТ}) \dots & 27657813 \\
 \hline
 \text{II} \dots (\text{БРАТ}) \dots & 223479851
 \end{array}$$

Эту сумму брат безошибочно предсказал еще тогда, когда на бумажке было написано только первое слагаемое.

— Вы не думаете, конечно, что я успел сложить 3 таких длинных слагаемых, вычесть результат из суммы и остаток разбить на два слагаемых. Здесь дело гораздо проще, и я уверен, что, пораздумав на досуге, вы догадаетесь, в чем секрет.

— Завтра я еду в Москву, — сказал товарищ брата, — и, сидя в вагоне, буду коротать время за этими головоломками.

— Для одоления вагонной скуки могу тебя снабдить еще несколькими задачами. Знакома ли тебе, например, такая: написать 7 пятью двойками?

— Задача-шутка, конечно?

— Нет, задача как задача. Другими словами: надо подыскать такую комбинацию из пяти двоек и знаков действий, чтобы составилось выражение, равное 7. Впрочем, я скажу тебе ответ с тем, чтобы стало ясно, как подобные задачи надо решать. Остальные решишь уже самостоятельно. Пятью двойками можно написать 7 так:

$$2 + 2 + 2 + \frac{2}{2} = 7$$

— Вот оно что! В таком случае я знаю еще одно решение:

$$2 \times 2 \times 2 - \frac{2}{2} = 7$$

— Я вижу, ты уловил суть дела. Запиши теперь ряд подобных задач про запас:

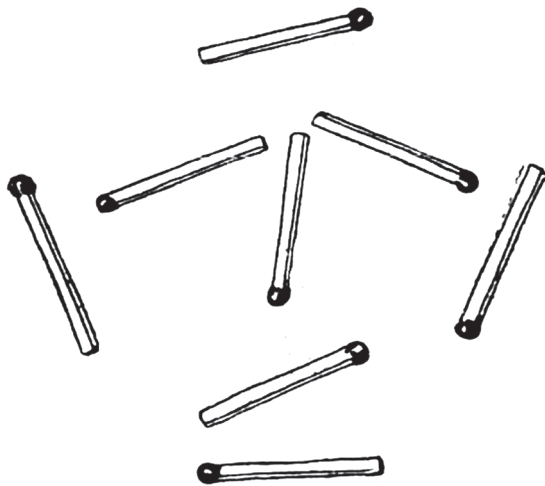
Пятью двойками	написать	28
Четырьмя двойками	»	23
Пятью тройками	»	100
Пятью единицами	»	100
Пятью пятерками	»	100
Четырьмя девятками	»	100

— Ты, кажется, умеешь отгадывать задуманные спички, — сказал брату гость. — Не покажешь ли нам в заключение этот фокус?

— Пожалуй. Как я показывал на днях у вас? Да?

— Именно! Совершенно так же.

Брат в беспорядке раскидал перед собою на столе десяток спичек и объявил, что сейчас уйдет в соседнюю комнату, а возвратившись, укажет ту самую спичку, которую в его отсутствии кто-нибудь из нас задумает. Необходимо лишь, чтобы задумавший дотронулся пальцем до той спички, которую он избрал, — это нужно для контроля, — и чтобы, разумеется, расположения спичек никто не менял: как лежали, — пусть и лежат.



Портрет из спичек

Когда брат ушел, мы тщательно заперли за ним дверь, а я даже плотно заткнул бумагой замочную скважину. Сестра чуть коснулась пальцем одной из спичек, и мы крикнули брату:

— Готово. Входи!

Брат вошел в комнату, приблизился к столу и безошибочно указал ту именно спичку, которая была задумана сестрой.

Повторили опыт раз десять; задумывали спичку то я, то сестра, то гость — и всякий раз брат без промаха отгадывал задуманную спичку.

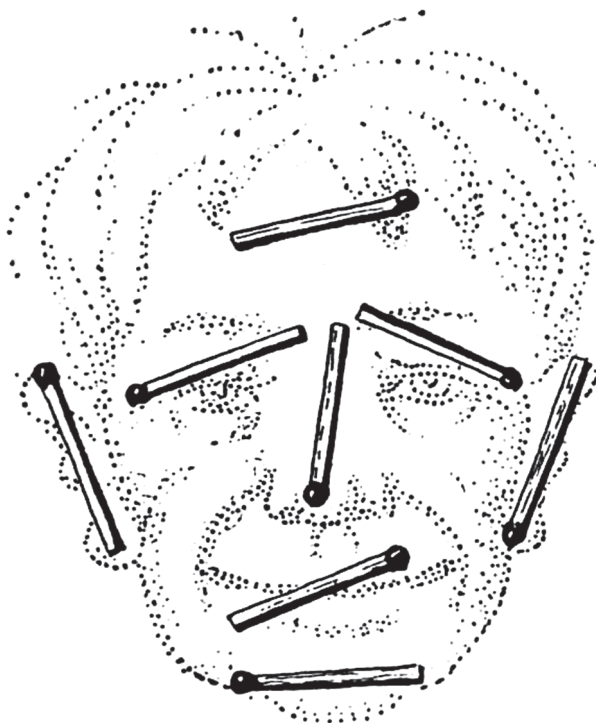
Мы с сестрой были озадачены до одурения; гость то громко выражал свое изумление, то так же громко хохотал, и всем нам не терпелось узнать секрет этого чародейства.

— Пора объяснить вам, в чем дело, — смилостивился наконец брат. — Позвольте представить вам моего неизменного помощника в этом деле, — театрально сказал он, указывая на гостя. — А здесь, на столе, лежит его портрет, нарисованный спичками. Не особенно похоже, но узнать можно: вот эти две

спички — глаза; это — лоб; вот два уха; вот нос, рот, подбородок, шея, волосы. Когда я вхожу в комнату, я первым делом бросаю взгляд на своего помощника. А он то поглаживает подбородок, то трет глаз, правый или левый, то чешет нос, и т. п. И с меня достаточно: я уже знаю, какая спичка задумана.

— Так вы были в заговоре с братом, — со смехом сказала гостю сестра. — Если бы я это подозревала, я показывала бы спички тайком от вас.

— И тогда, разумеется, я ни разу не отгадал бы, — охотно признал брат. — А теперь пора кончать наш «головоломный» завтрак; он и так уж затянулся чересчур долго.



Портрет из спичек

Вам, вероятно, интересно знать, как разрешались те задачи, которые брат предоставил нам решить самостоятельно.

Задача о курах и кроликах решается так. Если бы в корзине были только куры, то есть 35 кур, то ног было бы 70, а не 94 — на 24 меньше. Заменяя одну куриу кроликом, мы увеличим число ног на 2. Сделав 12 замен, мы будем иметь недостающие 24 ноги. Значит, кур было $35 - 12 = 23$, а кроликов 12.

Задача о пароходе и щепке сложнее. Если пароход проходит все расстояние по течению в 4 часа, то в один час он проходит $\frac{1}{4}$ этого расстояния. Против течения он проходит $\frac{1}{6}$ того же расстояния (потому что все оно прохо-

дится им в 6 часов). Ясно, что если из $\frac{1}{4}$ отнять $\frac{1}{6}$, мы получим двойное расстояние, проходимое речной водою, т. е. двойную скорость течения. Почему двойную? Потому что $\frac{1}{4}$ есть собственная скорость парохода плюс скорость течения, а $\frac{1}{6}$ — скорость парохода, минус скорость течения; первое больше второго на две скорости течения. Но $\frac{1}{4} - \frac{1}{6}$ равно $\frac{1}{12}$. Половину этого составляет $\frac{1}{24}$. Значит, речная вода проходит в час $\frac{1}{24}$ расстояния между горами, а все расстояние пробегает в 24 часа. Во столько времени и проплывет это расстояние щепка.

Отгадывание зачеркнутых цифр основано на том, что каждое число, которое делится на 9 без остатка, имеет сумму цифр, тоже делящуюся на 9. В первом случае задуманное число умножалось на 9, — следовательно, сумма цифр результата должна делиться на 9. Зная это, легко сообразить, какой цифры не хватает, чтобы сумма названных цифр делилась на 9. Понятно также, что зачеркивание нуля или 9 не мешает сумме остальных цифр делиться на 9; поэтому эти цифры и запрещалось зачеркивать.

Во втором случае задуманное число сначала умножалось на 10 (приписыванием нуля), затем от него отнимали задуманное число. Это равносильно умножению на 9. Прибавка числа 63, тоже делящегося на 9, не мешает результату делиться на 9. Остальное понятно само собою.

Следующий фокус — с делением на 7, 11 и 13 — на первый взгляд кажется очень сложным. На деле же он прост. Когда мы приписываем к трехзначному числу его самого, мы в сущности умножаем его на 1001. Например:

$$\begin{array}{r} 723 \quad 723 \\ = 723 \quad 000 + 723 = 723 \times 1000 + 723 = \\ = 723 \times 1001. \end{array}$$

Но $1001 = 7 \times 11 \times 13$. Неудивительно, что, разделив на 7, на 11 и на 13, т. е. на 1001, мы снова получаем первоначально взятое число.

Секрет отгадывания суммы легко раскрыть, если заметить, что брат написал в первом случае сумму на 99 999 большую того числа, которое написал я: $167\,833 - 67\,834 = 99\,999$. (Прибавить 99 999, т. е. 100 000 без 1, очень легко.) А затем, когда гость написал 39 458, брат приписал число, которое вместе с предыдущим составляет 99 999: сделать это легко, вычитая каждую цифру из 9.

Во втором случае брат поступил сходным способом, только сумму увеличил на $2 \times 99\,999\,999$, а добавление до 99 999 999 дважды вписал среди слагаемых.

Решение остальных задач ясно из следующего:

$$28 = 22 + 2 + 2 + 2$$

$$23 = 22 + \frac{2}{2}$$

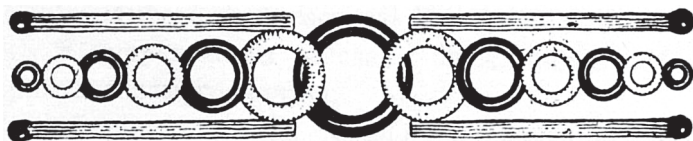
$$100 = 33 \times 3 + \frac{3}{3}$$

$$100 = 111 - 11$$

$$100 = 5 \times 5 \times 5 - 5 \times 5, \text{ или}$$

$$100 = (5 + 5 + 5 + 5) \times 5$$

$$100 = 99 + \frac{9}{9}$$



БЛУЖДЕНИЕ В ЛАБИРИНТЕ

Блуждание в лабиринте. — Люди и крысы. — Правило правой или левой руки. — Лабиринты в древности. — Турнефор в пещере. — Решение задачи о лабиринтах.

— Что ты там хохочешь за книжкой. Веселая история? — спросил меня брат.

— Очень. «Трое в одной лодке» Джерома.

— Помню, забавная вещь! Какое место ты сейчас читаешь?

— О том, как толпа людей блуждала в садовом лабиринте и не могла из него выбраться.

— Интересный рассказ! Прочти-ка его мне.

Я прочел вслух рассказ о блуждании в лабиринте с самого начала:

«Гаррис спросил, бывал ли я в Гемптон-Кортском лабиринте. Ему самому случилось раз побывать там. Он изучил его на плане, и устройство лабиринта оказалось простым до глупости, так что вряд ли стоило платить за вход. Гаррис водил туда одного из своих родственников.

— Пойдемте, если хотите, — сказал он ему. — Только тут нет ничего интересного. Нелепо называть это лабиринтом. Ряд поворотов направо — и вы у выхода. Мы обойдем его в десять минут.

В лабиринте они встретили несколько человек, которые гуляли там уже около часа и рады были бы выбраться. Гаррис сказал, что они могут, если угодно, следовать за ним; он только что вошел и сделает всего один круг. Они ответили, что очень рады, и последовали за ним.

По дороге к ним приставали все новые лица, пока не собралась вся публика, находившаяся в лабиринте. Люди, потерявшие уже всякую надежду выбраться отсюда и увидеть когда-нибудь семью и друзей, ободрялись при виде Гарриса и примыкали к процессии, благословляя его. По словам Гарриса, всех набралось человек двадцать, в том числе одна женщина с ребенком, которая провела в лабиринте целое утро и теперь уцепилась за его руку, чтобы случайно не потерять его. Гаррис все сворачивал направо, но путь оказался очень длинным, и родственник заметил, что лабиринт, по-видимому, очень велик.

— О, один из самых обширных в Европе! — подтвердил Гаррис.

— Должно быть, — отвечал родственник — мы прошли уже добрых две мили.



Гаррис начал чувствовать смущение, но все еще бодрился, пока не наткнулся на кусок пряника, валявшийся на земле. Родственник Гарриса клялся, что видел этот самый кусок семь минут назад.

— О, не может быть! — возразил Гаррис. Но женщина с ребенком заявила, что, напротив, очень может быть, так как она сама уронила его еще до встречи с Гаррисом. Она прибавила, что желала бы вовсе не встречаться с Гаррисом, и высказала предположение, что он обманщик. Это привело его в негодование; он извлек карту и изложил свою теорию.

— Карта была бы очень кстати, — заметил один из спутников, — если бы мы знали, где находимся.

Гаррис не знал и заметил, что, по его мнению, самое лучшее вернуться к выходу и начать сызнова. Последняя половина его предложения не возбудила особенного энтузиазма, но первая, — относительно возвращения к выходу, — была принята единодушно, и все потащились за ним в обратный путь. Минут через десять компания очутилась в центре лабиринта.

Гаррис хотел было сказать, что он сюда и направлялся, но настроение толпы показалось ему опасным, и он сделал вид, что попал сюда случайно.

Во всяком случае, куда-нибудь надо было идти. Теперь они знали, где находятся, и потому снова взялись за карту. Казалось, что выбраться ничего не стоит, и они в третий раз тронулись в путь.

Три минуты спустя они снова очутились в центре лабиринта...

После этого они так и не могли развязаться с ним. Куда бы ни направлялись, всякий раз возвращались к центру. Это повторялось так регулярно, что некоторые решили остаться на месте и ждать, пока товарищи не сделают обхода и не вернутся к ним. Гаррис вытащил было карту, но один вид ее привел толпу в бешенство.

В конце концов они окончательно сбились с толку и стали звать сторожа. Тот явился, взобрался на наружную лестницу и крикнул им, куда идти.

Но все уже так одурели, что не могли ничего понять; тогда он крикнул, чтобы они стояли на месте и ждали его. Они сбились в кучу и стали ждать, а он спустился с лестницы и пошел к ним.

Это был молодой и неопытный сторож; забравшись в лабиринт, он не мог отыскать их и тщетно пытался к ним пробраться; в конце концов он сам заблудился. По временам они видели его мелькавшим то там, то здесь по ту сторону изгороди, а он, завидев их, устремлялся к ним, — но спустя минуту появлялся на том же месте и спрашивал, куда они девались.

Пришлось дожидаться, когда один из старых сторожей явился к ним на выручку».

— Все-таки они уж чересчур были недогадливы, — сказал я, кончив чтение. — Держать в руках план и не найти дороги, это надо уметь!

— А ты, думаешь, сразу нашел бы?

— Еще бы: по плану!

— Погоди, у меня, кажется, имеется план как раз этого лабиринта, — сказал брат и стал рыться на своей этажерке.

— Так этот лабиринт действительно существует?

— Гемптон-Кортский? Конечно. Близ Лондона. Уже двести лет, как он устроен... Нашел. Так и есть: «план Гемптон-Кортского лабиринта». Ока-



Лабиринт Гемптон-Корта

зывается, он совсем не велик, этот лабиринт: всего только 1000 квадратных метров.

Брат раскрыл книгу, в которой изображен был небольшой план.

— Вообрази, что ты находишься здесь, на центральной площадке лабиринта, и хочешь выбраться наружу. Каким путем направился бы ты к выходу? Заостри спичку и показывай ею дорогу.

Я уставился спичкой в центр лабиринта и смело повел ее отсюда по извилистым ходам плана. Но дело оказалось сложнее, чем я ожидал. Покружив недолго по плану, я очутился... снова на центральной лужайке точь-в-точь, как осмеянные мною герои Джерома!

— Видишь: и план не помогает! А крысы справляются с этой задачей без всякого плана.

— Крысы? Какие крысы?

— Те, о которых говорится в этой книге. Ты думаешь, здесь у меня сочинение о садовой архитектуре? Нет, это книга об умственных способностях животных. Чтобы испытать сообразительность крыс, ученые устраивают из гипса маленькое подобие лабиринта и пускают туда испытуемых животных. Здесь говорится, в этой книге, что крысы находили путь в гипсовом лабиринте Гемптон-Корта всего только в полчаса, т. е. быстрее, чем люди у Джерома.

— А ведь, судя по плану, лабиринт как будто несложный. Не подумаешь, что он такой коварный...

— Существует очень простое правило, зная которое, можно смело входить в любой лабиринт без опасения, что не найдешь из него обратного выхода.

— Какое правило?

— Надо идти по лабиринту, ведя по его стенке правой рукой, — или левой, безразлично, — но только одной все время.

— Только и всего?

— Да. Попробуй применить правило на деле, мысленно прогулявшись по этому плану.

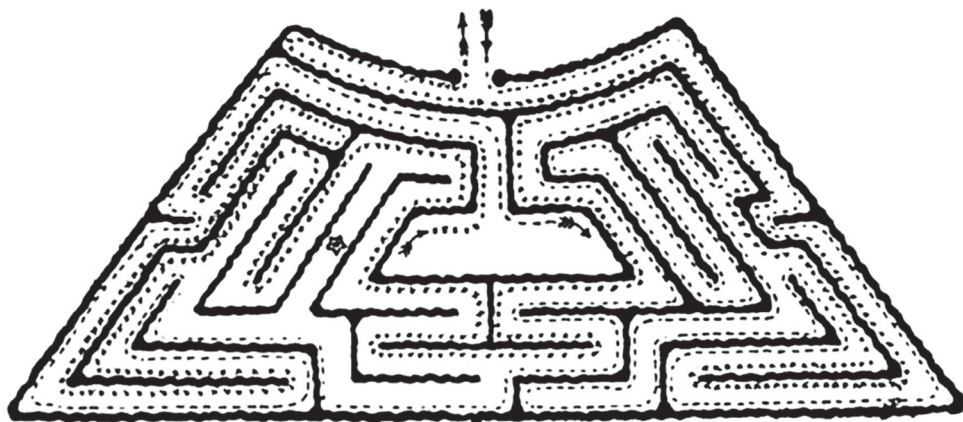
Я направил мою спичку в путь, руководясь этим правилом, — и, действительно, довольно скоро дошел от наружного входа до центра лабиринта, а оттуда снова к наружному выходу.

— Превосходное правило!

— Не совсем, — возразил брат. — Правило это хорошо, чтобы не заблудиться в лабиринте, но оно не годится, чтобы обойти все его дорожки без исключения.

— Однако я ведь побывал сейчас во всех аллеях плана, ни одной не пропустил.

— Ошибаешься: если бы ты отмечал пунктирной линией пройденный путь, то обнаружил бы, что одна аллея осталась непосещенной.



Как нужно ходить по лабиринту

— Какая?

— Я отмечаю ее звездочкой на этом плане. (См. рис.) Здесь ты не побывал. В иных лабиринтах это правило проведет тебя мимо обширных частей его, так что хотя ты и выйдешь из него благополучно, но осмотришь его далеко не весь.

— А много существует разных лабиринтов?

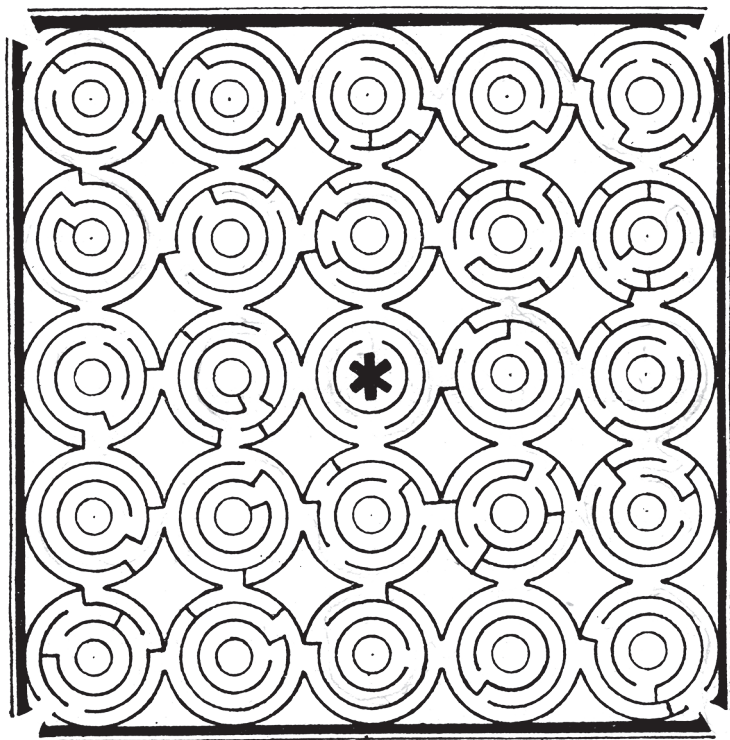
— Предостаточно. В новое время их устраивают только в садах и парках: блуждаешь под открытым небом между высокими стенами живой изгороди. Но в древности устраивали лабиринты внутри обширных зданий или подземелий. Делалось это с жестокою целью обречь помещенных туда людей на безнадежное блуждание по хитроумной сети коридоров, переходов, зал, доводя до гибели от голода. Таков был, например, легендарный лабиринт на острове Крите, построенный, как гласит предание, по приказанию древнего царя Миноса. Переходы его были так запутаны, что сам строитель его — Дедал — не мог будто бы найти из них выхода. Римский поэт Овидий так описывает это здание:

Выстроив дом лабиринтом с глухими стенами
и крышей,
Дедал, — тогда замечательный гений в строительном
деле, —
Здание вывел, в котором особых примет не имелось.
Длинный же ряд коридоров кривых,
в направлениях разных
Цепью тянущийся, только лишь путал пытливые взоры.

И прибавляет далее, что:

...Дедал пути без числа в своем зданьи устроил.
Так что сам затруднялся пробраться к наружному
входу.

— Другие лабиринты древности — продолжал брат, — имели целью охранять могилы царей, защищать их от грабителей. Гробница помещалась в центре лабиринта, так что если бы алчному искателю погребенных сокровищ даже удавалось добраться до них, он не мог бы найти обратного выхода: могила царя становилась его могилой.



Образчик лабиринта с 4-мя входами

— Почему же они не пользовались правилом ходьбы по лабиринтам, о котором ты раньше говорил?

— Во-первых, в древности об этом правиле никто, по-видимому, не знал. Во-вторых, я уже объяснял тебе, что оно не всегда дает возможность обойти все закоулки лабиринта. Можно устроить лабиринт так, что пользующийся этим правилом минует как раз то место лабиринта, где находятся скрываемые сокровища.

— А можно ли устроить такой лабиринт, из которого совсем нельзя было бы выйти? Конечно, кто зашел в него, пользуясь твоим правилом, тот из него выберется. Но если человека завести внутрь и там оставить блуждать?..

— Древние думали, что когда пути лабиринта достаточно хорошо запутаны, то выбраться из них совершенно невозможно. Однако это не так. Можно доказать с математической достоверностью, что безвыходных лабиринтов устроить нельзя. Мало того: не только из всякого лабиринта можно найти выход, но можно обойти решительно все его закоулки, ни одного не пропустив, и все-таки потом благополучно из него выбраться. Надо только взяться за дело, придерживаясь строгой системы, и притом с известными предосторожностями. Двести лет назад французский ботаник Турнефор отважился посетить на острове Крите одну пещеру, о которой существовало предание, что, благодаря бесчисленным своим переходам, она представляет безвыходный лабиринт. Таких пещер на Крите несколько, и возможно, что они-то и породили в древности легенду о лабиринте царя Миноса. Как же поступил французский ботаник, чтобы не заблудиться? Вот что рассказывает об этом его соотечественник, математик Люка.

Брат взял с этажерки старую книгу под заглавием: «Математические развлечения» и прочел вслух следующее место, которое я потом переписал: «Пробродивши некоторое время со своими спутниками по целой сети подземных коридоров, мы подошли к длинной и широкой галерее, которая привела в обширную залу в глубине лабиринта. Мы сделали, — говорит Турнефор, — в полчаса 1460 шагов по этой галерее, не уклоняясь ни вправо, ни влево... По обе стороны от нее тянется столько коридоров, что в них непременно запутаешься, если не принять необходимых предосторожностей; а так как у нас было сильное желание выбраться из этого лабиринта, то мы и позаботились обеспечить себе обратный путь.

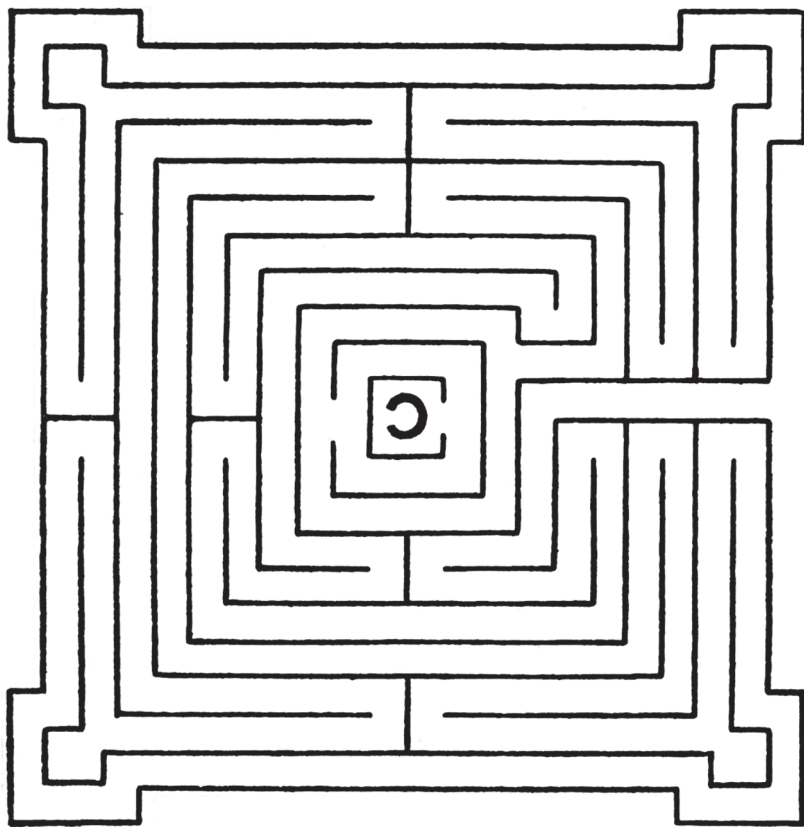
Во-первых, мы оставили одного из наших проводников у входа в пещеру и велели ему тотчас же собрать людей из соседней деревни для нашего освобождения, если мы не вернемся к ночи. Во-вторых, у каждого из нас в руках было по зажженному факелу. В-третьих, на всех поворотах, которые нам казалось затруднительным отыскать впоследствии, мы прикрепляли справа к стене нумерованные бумажки. И в-четвертых, один из наших проводников клал по левую сторону заготовленные им заранее пучки терновника, а другой посыпал дорогу рубленой соломой, которую он все время нес с собою в мешке».

— Все эти хлопотливые предосторожности, — сказал брат, когда кончил чтение отрывка, — не так необходимы, как тебе, быть может, кажется. Во вре-

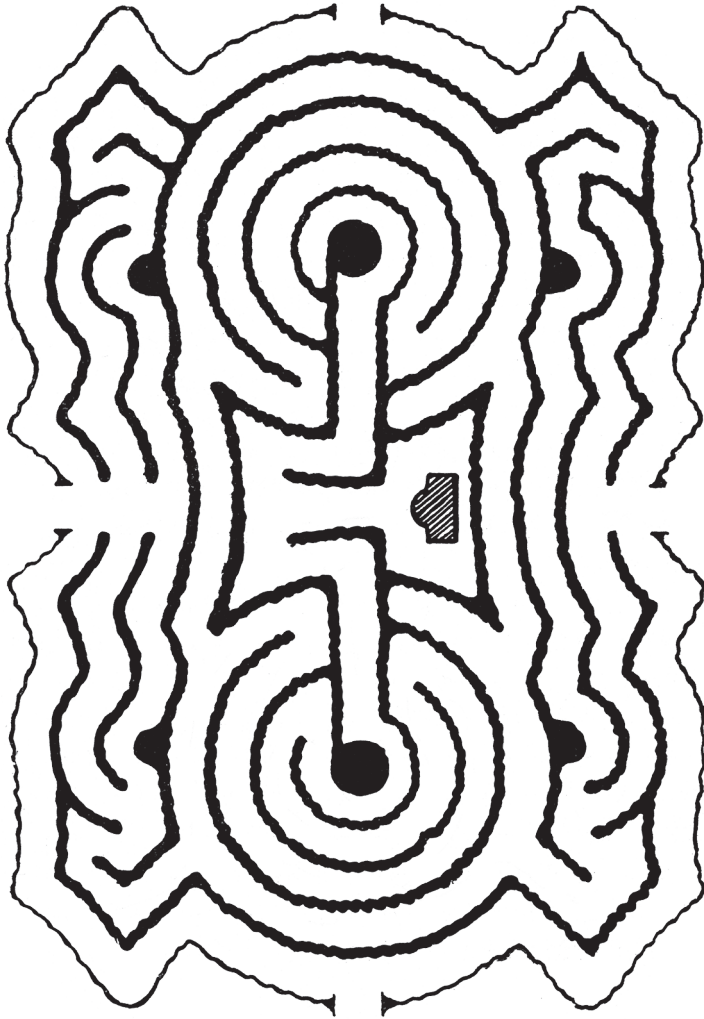
мена Турнефора, впрочем, иначе и нельзя было поступить, потому что тогда еще задача о лабиринтах не была разрешена. В наши дни выработаны правила странствования по лабиринтам, менее обременительные, но не менее надежные, нежели предосторожности французского ботаника.

— Ты знаешь эти правила?

— Они не сложны. Первое правило состоит в том, что, вступив в лабиринт, идут по любому пути, пока не зайдут в тупик или к перекрестку. Если пришли в тупик, возвращаются обратно, и два камешка у выхода из него будут показывать, что этот коридор пройден дважды. Если же приходят к перекрестку, то идут далее по любому коридору, отмечая камешком всякий раз путь, по которому прибыли, и путь, по которому отправляются далее. Таково первое правило. Второе гласит следующее: прибыв по новому коридору на такой перекресток, на котором уже побывали раньше (это видно по камешкам), тотчас же идут назад, положив у конца коридора два камешка. Наконец, третье правило требует, чтобы, придя на посещенный уже перекресток по коридору, также уже раз пройденному, отметить путь вторым камешком и идти по одному из тех коридоров, по которому еще ни разу не шли. Если такого не оказыва-



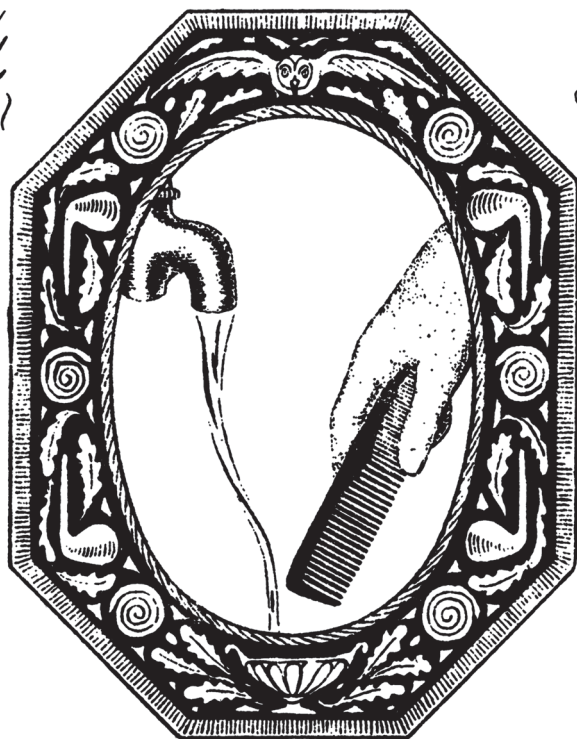
Один из старинных садовых лабиринтов



Так называемый «германский лабиринт»

ется, выбирают коридор, у входа в который лежит всего один камешек (т. е. коридор, пройденный всего один раз). Придерживаясь этих трех правил, можно обойти дважды, т. е. туда и назад, все коридоры лабиринта, не пропустив ни одного закоулка, и благополучно выбраться на свободу. У меня имеется несколько планов лабиринтов, которые я вырезал в разное время из иллюстрированных журналов (рис. на стр. 202, 204, 205). Если хочешь, можешь попытаться совершить по ним путешествие. Надеюсь, что после всего того, что ты уже знаешь, тебе не грозит опасность заблудиться в них. А если у тебя много терпения, можешь на деле осуществить подобный лабиринт — хотя бы Гемптон-Кортский, о котором писал Джером, — соорудив его с твоими товарищами на нашем дворе из снега.

ДЛЯ ЮНЫХ ФИЗИКОВ



Предисловие

Эта книжечка предназначена для тех, о ком говорит ее заглавие: для юных физиков¹. Конечно, то, что может почерпнуть из нее читатель — еще не физика, а только преддверие к ней. Сознательно выполняя описанные здесь простейшие опыты, юный исследователь природы обогащается лишь новыми для него фактами и наблюдениями, запас которых понадобится ему впоследствии, при систематическом изучении физики.

Все опыты, о которых рассказано в книжечке, выбраны из числа наиболее легких для выполнения; они проделываются при помощи обиходных предметов, почти не требуя даже их обработки. Многие из этих опытов послужили некогда для меня самого «вратами учености» в области физики; я проделал их в детстве, и они у меня хорошо удавались, хотя я не обладал ни способностью мастерить, ни талантом экспериментировать. Не сомневаюсь поэтому, что они будут успешно выполнены и юными читателями этой книжечки.

Значительная часть описанных здесь опытов придумана остроумными Томом Титом (псевдоним французского писателя для юношества Артура Гуда²) и Гастоном Тиссандье³, давно прославившимися своим искусством изобретать легко выполнимые и занимательные опыты.

Много поработал для настоящей книжечки и художник Ю.Д. Скалдин, который изготовил, под моим наблюдением, почти все ее иллюстрации.

Я. П.

Январь 1924 г.

¹ В отличие от составленной мною «Занимательной физики», которая предназначена для несколько подготовленного читателя, эта книжка не предполагает никаких предварительных познаний.

² *Артур Гуд* (псевд. Том Тит) (1853–1928) — французский журналист, писатель, популяризатор науки, автор книг «Научные забавы», «Семейный отдых: загадки, головоломки, игры» и др. (*Прим. ред.*)

³ *Гастон Тиссандье* (1843–1899) — французский ученый, писатель, воздухоплаватель, автор ряда научных трудов и научно-популярных книг («Научные развлечения», «Мученики науки» и др.) (*Прим. ред.*)

Наставление Тиндаля

«Ловкость в производстве опытов не дается сама собою; она приобретает только трудом. Когда вы учитесь танцевать, ваши первые движения неуклюжи, и только путем упражнения научаетесь вы танцевать. Таков же и единственный путь научиться производить опыты. Поэтому не следует смущаться своею неловкостью на первых порах; повторяя и повторяя то же дело, вы скоро справитесь с ним и приобретете недостававшие вам навык и ловкость.

Идя таким путем, вы вступите в прямое сношение с природой; вы будете размышлять не о том, что прочитали в книгах, а о том, что говорит вам сама природа. Мысли, порожденные этим источником, отличаются удивительною живостью, какой не может им дать одно лишь книжное знание».

Джон Тиндаль¹,
«Уроки по электричеству»

¹ Джон Тиндаль (1820–1893) — английский физик, первооткрыватель оптического эффекта рассеивания света при прохождении светового пучка через оптически неоднородную среду, названного его именем, автор нескольких научно-популярных книг. (Прим. ред.)

1. Искуснее Колумба

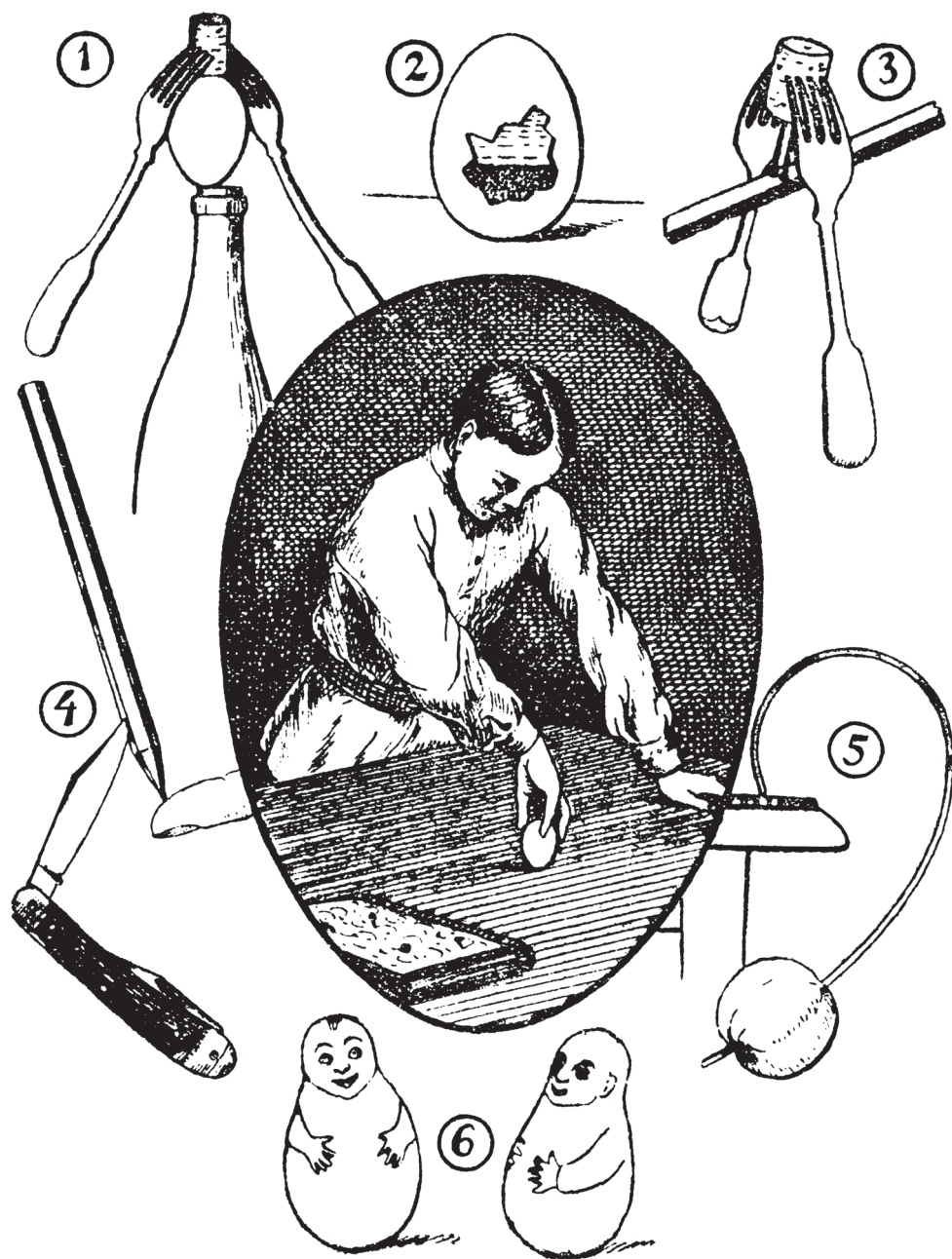
«Христофор Колумб был великий человек, — писал один школьник на экзамене, — он открыл Америку и поставил яйцо». Юному школьнику оба подвига казались одинаково достойными изумления. В противоположность этому юноше, американский юморист Марк Твен не видел ничего удивительного в том, что Колумб открыл Америку: «наоборот, было бы удивительно, если бы он не нашел ее на месте». В свою очередь, я позволяю себе думать, что нет ничего достойного изумления и во втором подвиге великого мореплавателя; способ Колумба заставлять яйца стоять не свидетельствует о его изобретательности: ведь он попросту вдавил скорлупу на конце яйца, т. е. изменил его форму. Задачи поставить яйцо, не меняя его формы, Колумб так и не разрешил.

Между тем это гораздо легче, чем открыть Америку. Могу указать вам здесь три способа: один — для вареных яиц, другой — для сырых и еще третий способ — для всяких. Они неоднократно испытаны и неизменно достигают цели.

Чтобы поставить *вареное* яйцо, достаточно закружить его пальцами одной руки или между ладонями рук, как кубарь¹; яйцо завертится стоймя и будет сохранять такое положение до тех пор, пока будет вертеться. После двух-трех проб опыт удастся довольно легко.

Поставить сейчас указанным способом яйцо *сырое* нельзя; сырые яйца, как вы, вероятно, уже заметили, плохо вертятся — в этом состоит безошибочный способ отличить, не ломая скорлупы, вареное яйцо от сырого. Внутреннее, жидкое содержимое сырого яйца не увлекается в такое же быстрое вращение, как скорлупа, и как бы тормозит его. Приходится искать поэтому другой способ ставить яйца, и способ этот существует. Надо сильно взболтать яйцо несколько раз; при этом желток разрывает свою нежную оболочку и разливается внутри яйца. Если затем вы поставите яйцо на его тупой конец и подержите в таком положении некоторое время, то желток, более тяжелый, нежели белок, стечет вниз яйца и там соберется. Благодаря этому «центр тяжести» яйца

¹ *Кубарь* — разновидность волчка. (Прим. ред.)



опустится ниже, и яйцо приобретет бóльшую устойчивость, нежели не подвергнутое такой обработке (см. черт. 2-й на прилагаемом рисунке).

Наконец, третий способ поставить яйцо показан на черт. 1-м нашего рисунка. Яйцо ставят, например, на край бутылки, а на него помещают пробку с воткнутыми в нее двумя вилками. Вся эта «система» (как выразился бы физик)

очень устойчива и сохраняет равновесие даже при осторожном наклонении бутылки. Но почему же пробка и яйцо не падают? По той же причине, почему не падает карандаш, отвесно поставленный на палец, если в него воткнут перочинный нож (черт. 4): «центр тяжести системы лежит ниже точки опоры» — пояснил бы вам физик. Это значит, что та точка, к которой приложен вес «системы», расположена ниже того места, на которое она опирается. Вы можете испытать этот закон равновесия на многих примерах, соединяя разные предметы так, чтобы тяжелые части были ниже точки опоры (черт. 3, 5 и 6); предметы будут устойчиво держаться в самых непривычных для глаза положениях.

Итак, в искусстве ставить яйца вы обладаете тремя преимуществами перед Колумбом. В деле же открытия новых материков у него пред вами всего одно преимущество: только то, что он открыл Америку.

2. Центробежная сила

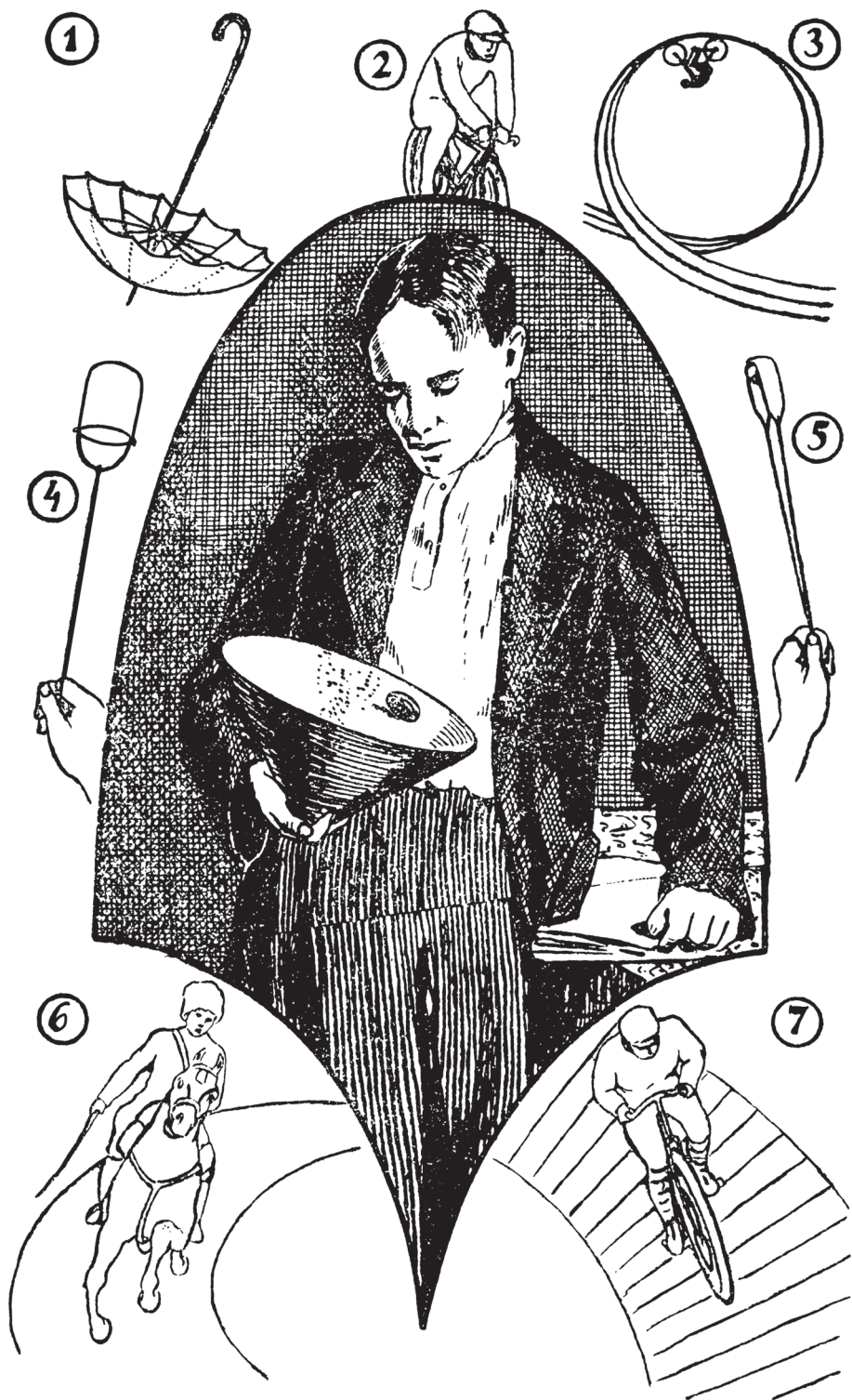
Раскройте зонтик, уприте его концом в пол, закружите и бросьте внутрь мячик, скомканную бумагу, носовой платок — вообще какой-нибудь легкий и неломкий предмет. Вы убедитесь, что зонтик словно не желает принять подарка: мяч или бумажный ком сами выползут вверх до краев зонтика и полетят оттуда по прямой линии (см. черт. 1-й прилагаемого рисунка¹).

Силу, которая в этом опыте выбросила мяч, принято называть «центробежной силой». Она развивается всякий раз, когда тело движется по круговому пути, и есть, в сущности, не что иное, как один из случаев проявления «инерции» — стремления движущегося предмета сохранять направление и скорость совершаемого им движения.

С центробежной силой мы встречаемся гораздо чаще, чем сами подозреваем. Вы кружите вокруг руки камень, привязанный к бечевке: она натягивается и грозит разорваться — под действием центробежной силы. Старинное оружие для метания камней — праща — работает тою же силою (черт. 5). Центробежная сила разрывает жернов, если он заверчен слишком быстро или если он недостаточно прочен. Она же помогает вам, если вы достаточно ловки, выполнить фокус со стаканом, из которого вода не выливается (черт. 4), хотя он опрокинут вверх дном: для этого нужно только быстро взмахнуть стаканом над головой, описав круг. Центробежная сила помогает велосипедисту в цирке описывать головокружительную «чертову петлю» (черт. 3). Она же отделяет сливки от молока в сепараторах (так называемых центробежных), она извлекает мед из сотов, сушит белье, освобождая его от воды в особых центробежных сушильных, и т. д.

Когда трамвайный вагон описывает кривую часть пути, — например, при повороте из одной улицы в другую, — то пассажиры непосредственно на себе ощущают центробежную силу, которая прижимает их по направлению

¹ Здесь и далее Я. П. ссылается только на рисунки, расположенные внутри соответствующей статьи. (Прим. ред.)



к внешней стенке вагона. При достаточной скорости движения весь вагон мог бы быть опрокинут этой силой, если бы при прокладке пути наружный рельс не был предусмотрительно уложен *выше* внутреннего; благодаря этому вагон на повороте слегка наклоняется внутрь. Это звучит довольно необычайно: покосившийся набок вагона оказывается устойчивее, чем стоящий прямо!

Маленький опыт поможет вам уяснить себе, как это происходит. Сверните картонный лист в виде широкого раструба, — или же возьмите, если в доме найдется, миску со стенками конической формы; особенно пригодится для нашей цели конический колпак — стеклянный или жестяной — от электрической лампы. Вооружившись одним из этих предметов, пустите по нему монету, небольшой металлический кружочек или колечко: они будут описывать круги по дну посуды, заметно наклоняясь при этом внутрь (см. рис. на стр. 214). По мере того, как кружок или колечко будут замедлять свое движение, они будут описывать все меньшие круги, приближаясь к центру посуды. Но вам ничего не стоит легким поворотом посуды заставить кружок снова катиться быстрее — и тогда он удаляется от центра, описывая все большие круги. Если он разгонится очень сильно, то может и совсем выкатиться из посуды.

Для велосипедных состязаний на так называемом велодроме устраиваются особые круговые дорожки, — и вы можете видеть, что дорожки эти, особенно на внутренних кругах (малого радиуса), устроены с заметным уклоном к центру. Велосипед кружится по ним в сильно наклоненном положении, — как кружок в вашей чашке, — и он не только не опрокидывается, но, напротив, именно в таком положении приобретает особенную устойчивость. В цирках велосипедисты изумляют публику тем, что описывают круги по круто наклоненному настилу (черт. 7); вы понимаете теперь, что в этом нет ничего необычайного: велосипедист наклоняется по той же причине, по какой наклоняется на крутом повороте и всадник (черт. 6). Наоборот, было бы трудным искусством для велосипедиста так кружиться по ровной, горизонтальной дорожке.

3. Пятнадцать вертушек

На двух таблицах, помещенных на с. 218 и 219, вы видите всевозможные вертушки, изготовленные на 15 различных ладов. Они дадут вам возможность проделать целый ряд забавных и поучительных опытов. Изготовление же их не потребует от вас особого искусства, — вы можете сделать их сами без посторонней помощи и каких-либо расходов.

Рассмотрим по порядку, как эти вертушки устроены.

1. Если в ваши руки попадет костяная пуговица с пятью дырочками — вроде той, которая изображена на наших таблицах под номером 1, — то ничего нет легче, как превратить ее в юлу. Через среднюю дырочку — она-то нам только и нужна — вы протыкаете туго спичку с заостренным концом, и юла готова (черт. 2). Она будет вертеться не только на заостренном, но и на тупом конце своей оси: для этого нужно закружить ее, как обычно делается, держа ее

ось между пальцами, обратив вверх тупым концом; но потом проворно переворачивают и роняют юлу на этот тупой конец, — она будет на нем вертеться, описывая затейливые завитки (см. черт. 3).

2. Можно обойтись и без пуговицы с дырочкой посередине, тем более, что такие пуговицы редки, особенно крупные. Пробка же всегда имеется под рукой: срежьте от нее кружок, проткните спичкой, и вы имеете вертушку (см. черт. 4).

3. На черт. 6-м вы видите довольно необычайную юлу — грецкий орех, который вертится на своем остром выступе. Чтобы превратить подходящий орех в юлу, достаточно только загнать в него с притупленного конца спичку, за которую потом и закручивать.

4. Еще лучше раздобыть плоскую и широкую пробку (от горчичных баночек и т. п. стеклянной посуды). Накалите железную проволоку или вязальную спицу и прожгите ею вдоль оси пробки канальчик для спички. Такая юла (черт. 5) вертится долго и устойчиво.

5. Возможно ли заставить булавку свободно стоять, опираясь на свою головку? Как будто невозможно. Но вы смело можете биться о заклад, что сделаете это. И действительно: пробочный кружок, надетый на булавку (черт. 7), превращает ее в ось юлы, которая может не только стоять отвесно, но и кружиться в наклонном положении. Пробочный кружок, если хотите, можете заменить шариком из хлебного мякиша: такой кубарь, несмотря на простоту своего устройства, достаточно устойчив (черт. 8).

6. Очень своеобразная вертушка изображена на черт. 9-м: круглая аптечная коробочка от пилюль, проткнутая заостренной спичкой. Чтобы коробочка прочно держалась на спичке, не скользя вдоль нее, нужно залить отверстия сургучом.

7. Не думайте, что для вертушек годятся только круглые предметы: на черт. 10-м вы видите устойчивую юлу, изготовленную из игральной карты. Найти среднюю точку, через которую надо провести спичку, нетрудно: она лежит там, где пересекаются прямые линии, соединяющие противоположные углы карты. И здесь понадобится помощь сургуча: одна его капля закрепит карту на оси.

8. Вообще, вид и форма юлы могут быть разнообразны до бесконечности. На черт. 11-м изображена юла, целиком вылепленная из хлебного мякиша: когда она немного затвердеет, ее легко будет заставить вертеться, особенно на гладкой поверхности, — например, на тарелке.

9. На черт. 12-м вы видите юлу, пробочное тело которой имеет форму кубика (в виде игральной кости). Вырезав такой кубик из пробки, надо, ради изящества, отшлифовать его бока стеклянной бумагой — «шкуркой»¹, а канал для спички аккуратно прожечь раскаленной проволокой.

¹ Такой бумаги теперь, пожалуй, готовой не купить. Приготовить ее самому можно так: толстую бумагу намазывают клеем и на нее насыпают слой толченого стекла; когда клей высохнет, стеклянные осколки будут прочно держаться на бумаге. От степени крупности или мелкости стеклянного порошка зависит, годится ли «шкурка» для грубых или для более тонких работ. [Текст написан в 1924 г.; в наши дни приобрести наждачную бумагу («шкурку»), наверное, проще, чем изготовить ее самому. (Прим. ред.)]

10. Очень поучительная юла изображена на черт. 13. К окружности ее картонного кружка привязаны на ниточках круглые пуговочки (от ботинок). Когда юла вертится, пуговицы отбрасываются вдоль радиусов кружка, туго натягивая нити и наглядно обнаруживая действие уже знакомой вам «центробежной» силы.

11. То же, но на иной манер, показывает вертушка, которая обозначена на нашей таблице номером 14-м. Здесь в пробочный кружок юлы воткнуты булавки с нанизанными на них разноцветными бусинками, которые могут свободно скользить по булавке. При вращении юлы бусинки отгоняются «центробежной силою» к головкам булавок. Если вращающаяся юла хорошо освещена, то булавочные стержни сливаются в одну серебряную ленту, которая окаймляется пестрым кругом из сливающихся бусин. Чтобы дольше любоваться этой юлой, нужно пускать ее на гладкой тарелке.

12. *Цветная юла.* Изготовить ее немного хлопотливо, но она вполне вознаграждает за затраченный труд, обнаруживая удивительные свойства. Выньте донышко из круглой аптечной коробочки и проткните его заостренным концом ненужной вставочки¹, зажав для прочности между двумя пробочными кружочками. Теперь разделите картонный кружок на одинаковые части прямыми линиями, идущими от середины к краям, как делят круглый торт, и полученные доли — математик сказал бы: «секторы» — закрасьте попеременно в желтый и синий цвет (черт. 17 — на темное кольцо пока не обращайтесь внимания). Что вы увидите, когда юла завертится? Кружок будет казаться не синим и не желтым, а — зеленым! Синий и желтый цвет, сливаясь в нашем глазу, дали новый цвет, зеленый.

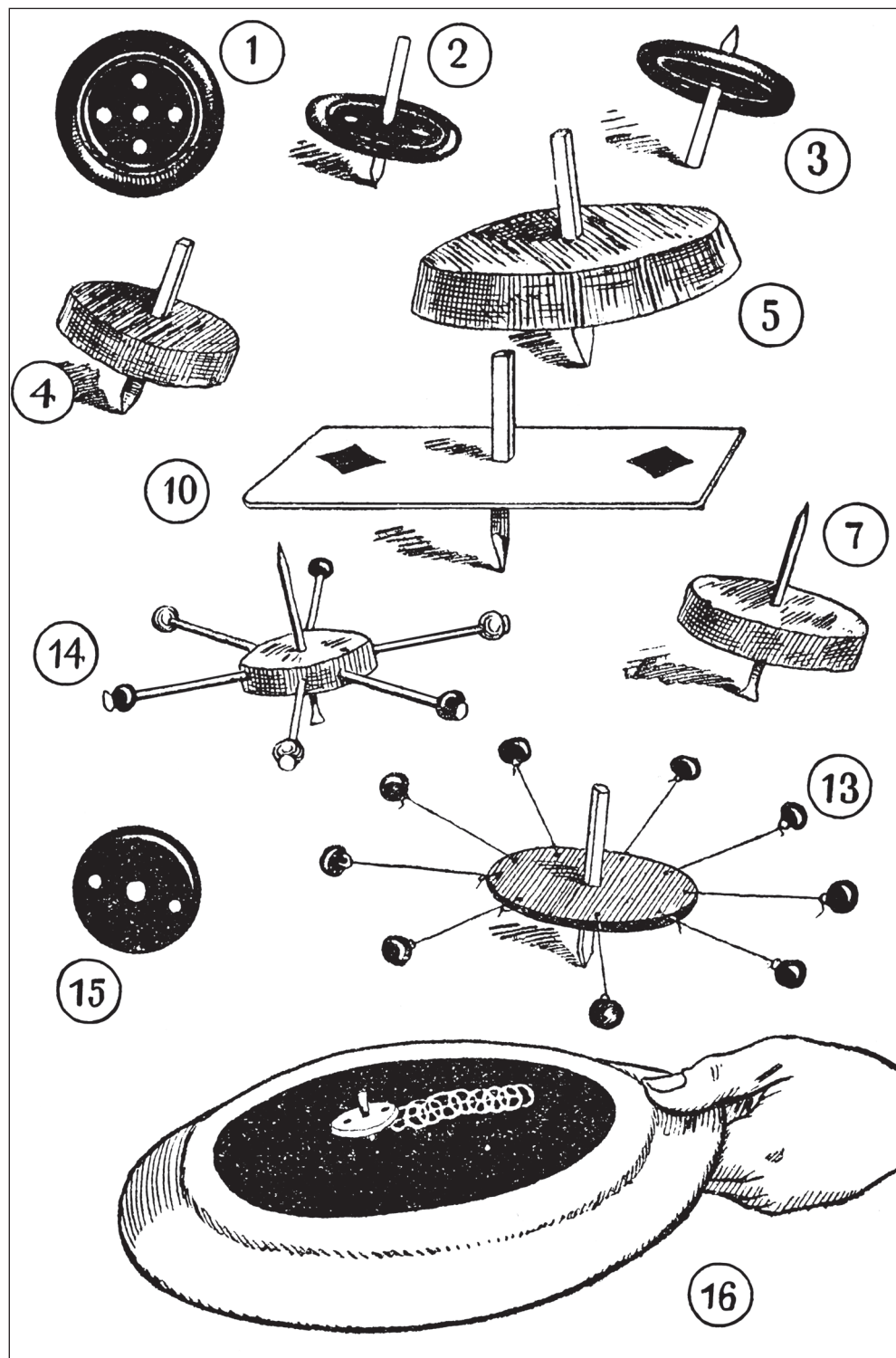
Вы можете продолжить ваши опыты над «смешением цветов». Заготовьте кружок, «секторы» которого окрашены попеременно в голубой и оранжевый цвета. На этот раз кружок при вращении будет уже не желтый, а *белый* (вернее — серый, тем более светлый, чем чище ваши краски). В физике такие два цвета, которые при смешении дают белый, называются «дополнительными». Наша вертушка показала нам, следовательно, что голубой и оранжевый цвета — дополнительные.

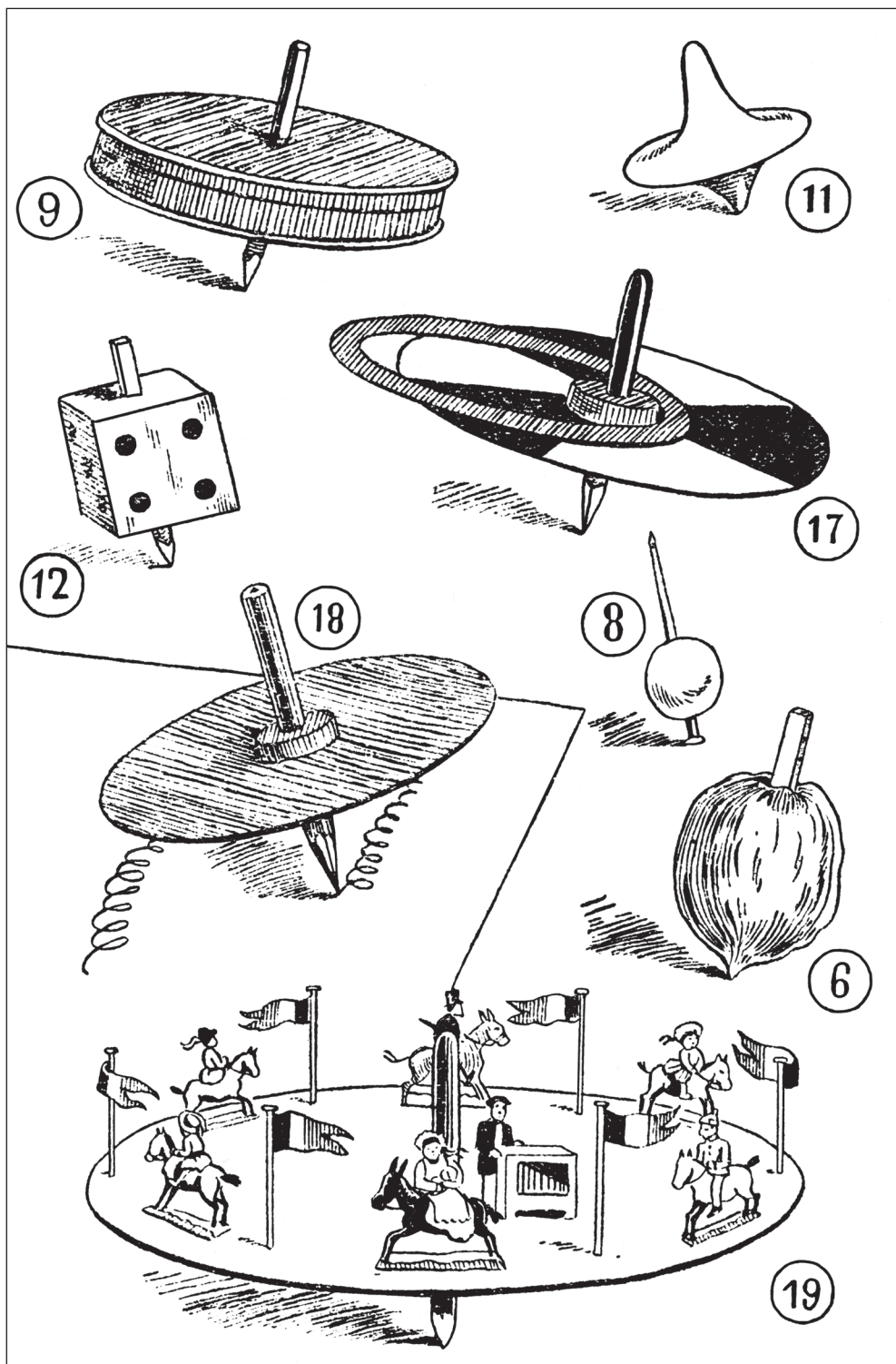
Если у вас имеется хороший подбор красок, вы можете отважиться повторить опыт, впервые проделанный двести лет назад² знаменитым английским ученым Ньютоном. А именно: раскрасьте секторы кружка семью цветами радуги — в фиолетовый, синий, голубой, зеленый, желтый, оранжевый, красный; при вращении все семь цветов должны слиться в белый (серовато-белый) цвет. Этот опыт поможет вам понять, что каждый луч белого солнечного света складывается из многих цветных лучей.

Видоизменение наших опытов с цветной юлой состоит в следующем: когда юла уже вертится, накиньте на нее бумажное кольцо (черт. 17) — кружок сразу изменит свой цвет.

¹ *Вставочка* — ручка, в которую вставляют стальное перо для писания. (Прим. ред.)

² Если быть точным, опыты со смешением цветов Исаак Ньютон проводил в 1660-е гг. (Прим. ред.)





13. *Пишущая юла*. Устройте юлу, как сейчас было рассказано, но только осью ее пусть будет не заостренный обрезок вставочки, а очиненный мягкий карандаш. Заставьте такую юлу вертеться на картонном листе, положенном немного наклонно. Юла будет, вращаясь, постепенно спускаться по наклонному картону, рисуя карандашом завитки. Их легко сосчитать, и так как каждый завиток образуется при одном обороте юлы, то, следя за ее вращением с часами в руках¹, нетрудно будет определить, сколько раз оборачивается юла каждую секунду. Просто глазом этого, конечно, сосчитать невозможно.

14. Другой вид пишущей юлы изображен на нашей таблице под номером 16-м. Чтобы ее изготовить, нужно добыть свинцовый кружок из тех, которые подшиваются портнихами к краям жакета, чтобы они оттягивали полы. В центре кружка нужно просверлить острием ножниц дырочку (свинец мягок, и сверлить его легко), а по обе стороны ее еще по дырочке, — как показано на черт. 15-м. Через среднюю дырочку надевают кружок на заостренную палочку, а через одну из боковых дырочек продевают отрезок конского волоса так, чтобы он высовывался вниз чуть больше оси юлы; в таком положении волос закрепляют обломком спички. Третья дырочка оставляется неиспользованной; мы просверлили ее только для того, чтобы свинцовый кружок по обе стороны оси имел совершенно одинаковый вес, — иначе юла не будет плавно и устойчиво вращаться. Теперь пишущая юла готова, но для опытов с нею нам нужно заготовить закопченную тарелку; подержав ее днышко близ пламени керосиновой лампы или свечи до тех пор, пока поверхность не покроется ровным слоем густой копоти, пускаем юлу по этой закопченной поверхности. Она будет, вращаясь, скользить по ней, а конский волос тем временем начертит белым по черному запутанный, но красивый узор.

15. *Юлу-карусель*, которую вы видите на черт. 19-м, сделать гораздо легче, чем кажется с первого взгляда. Кружок и осевой стержень здесь такие же, как в знакомой уже нам цветной юле (черт. 17). В кружок втыкают булавочки с флажками, располагая их симметрично около оси, и приклеивают крошечных бумажных лошадок со всадниками: маленькая карусель для увеселения вашего юного братика или сестренки готова.

Со временем вы узнаете гораздо более удивительные вещи про юлу или волчок; а пока запасайтесь наблюдениями над ними, отложив серьезное ознакомление с их свойствами до того времени, когда вы будете изучать две важнейшие и интереснейшие науки — физику и механику².

¹ Очень полезно и совсем нетрудно приучиться — рядом упражнений — считать про себя: один, два, три и т. д. так, чтобы на каждое число уходила ровно секунда (лучше произносить так: «один, и два, и три, и четыре...»). Тогда для измерения малых промежутков времени можно будет обходиться без часов.

² Строго говоря, механика есть один из разделов физики. (*Прим. ред.*)

4. Удар

Сталкиваются ли между собою две лодки, два трамвайных вагона или два крокетных шара; есть ли это несчастный случай или только очередной ход в игре, — физик обозначает происшествие одним коротким словом: *удар*. Удар длится краткий миг, но если ударяющиеся предметы, как обычно и бывает, *упруги*, — то в это быстрое мгновение успевает совершиться весьма многое. Физик различает три периода в каждом упругом ударе. В первом периоде удара оба столкнувшихся предмета сжимают друг друга в месте их соприкосновения. Во втором периоде взаимное сжатие достигает наибольшей степени;



упругое противодействие, возникшее в ответ на сжатие, мешает дальнейшему сжатию, уравнивая надавливающую силу. В третий период удара упругие силы противодействия, стремясь восстановить форму тела, измененную в течение первого периода, расталкивают предметы в противоположные стороны; ударяющий предмет как бы полностью получает свой удар обратно. И мы, действительно, наблюдаем, что если, например, крокетный шар ударяет в другой, неподвижный, одинакового веса, то вследствие этого обратного удара налетевший шар останавливается на месте, а шар, бывший неподвижным, откатывается со скоростью первого шара.

Очень интересно следить за тем, что происходит, когда шар налетает на целую цепь соприкасающихся шаров, расставленных прямой шеренгой. Удар, полученный крайним шаром, как бы проносится через цепь; но все шары остаются неподвижно на своих местах, и только крайний шар, самый отдаленный от места удара, стремительно отлетает в сторону.

Этот опыт можно проделать с крокетными шарами, но он хорошо удастся и с шашками или с монетами. Расположите шашки в прямой ряд — можете и очень длинный, но непременно так, чтобы они примыкали вплотную одна к другой; придержив пальцем крайнюю шашку, ударьте по ее ребру деревянной линейкой (см. рисунок): с другого конца отлетит крайняя шашка, но все промежуточные шашки сохранят свои места.

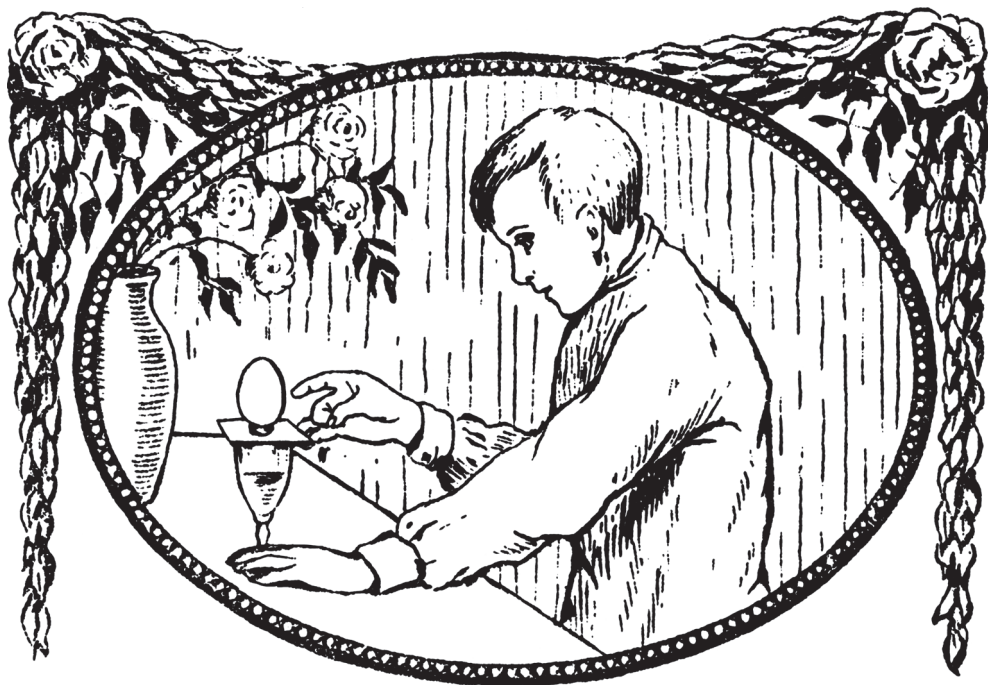
5. Яйцо в стакане

Клоуны в цирках часто изумляют публику тем, что сдергивают скатерть с накрытого стола, но вся столовая посуда — тарелки, стаканы, бутылки — невредимо остается на своих местах. Здесь нет ни чуда, ни обмана, — это дело ловкости, которая изощряется продолжительным упражнением.

Такого проворства рук вам, конечно, не достичь, — но проделать подобный же опыт в маленьком виде совсем не трудно. Приготовьте на столе стакан, до половины налитый водой, и почтовую карточку (еще лучше — половину ее); далее, попросите у старших ссудить вам для опыта широкое (мужское) обручальное кольцо и запасите яйцо, сваренное вкрутую, ради спокойствия хозяйки дома. Располагаете вы эти четыре предмета так: стакан с водой покрываете карточкой, на нее кладете кольцо, на которое опирается стоймя яйцо. Можно ли выдернуть карточку так, чтобы яйцо не покатилося на стол?

На первый взгляд это так же немыслимо, как выдернуть скатерть, не уронив расставленной на ней посуды. Но вы осуществляете эту кажущуюся невозможность одним удачным щелчком по краю карточки: карточка вышибается и летит на другой конец комнаты, а яйцо... яйцо вместе с кольцом оказываются невредимы в стакане с водой, которая смягчает удар и охраняет скорлупу от поломки.

Достигнув надлежащей ловкости, можно рискнуть проделать этот опыт и с сырым яйцом.



Физическая причина этого маленького чуда кроется в том, что, вследствие кратковременного удара, яйцо не успевает получить от вышибаемой карточки сколько-нибудь заметной скорости, между тем как сама карточка, непосредственно получившая удар, успевает выскользнуть; оставшись без опоры, яйцо падает по отвесному направлению в подставленный стакан.

На том же основан и следующий, еще более интересный опыт.

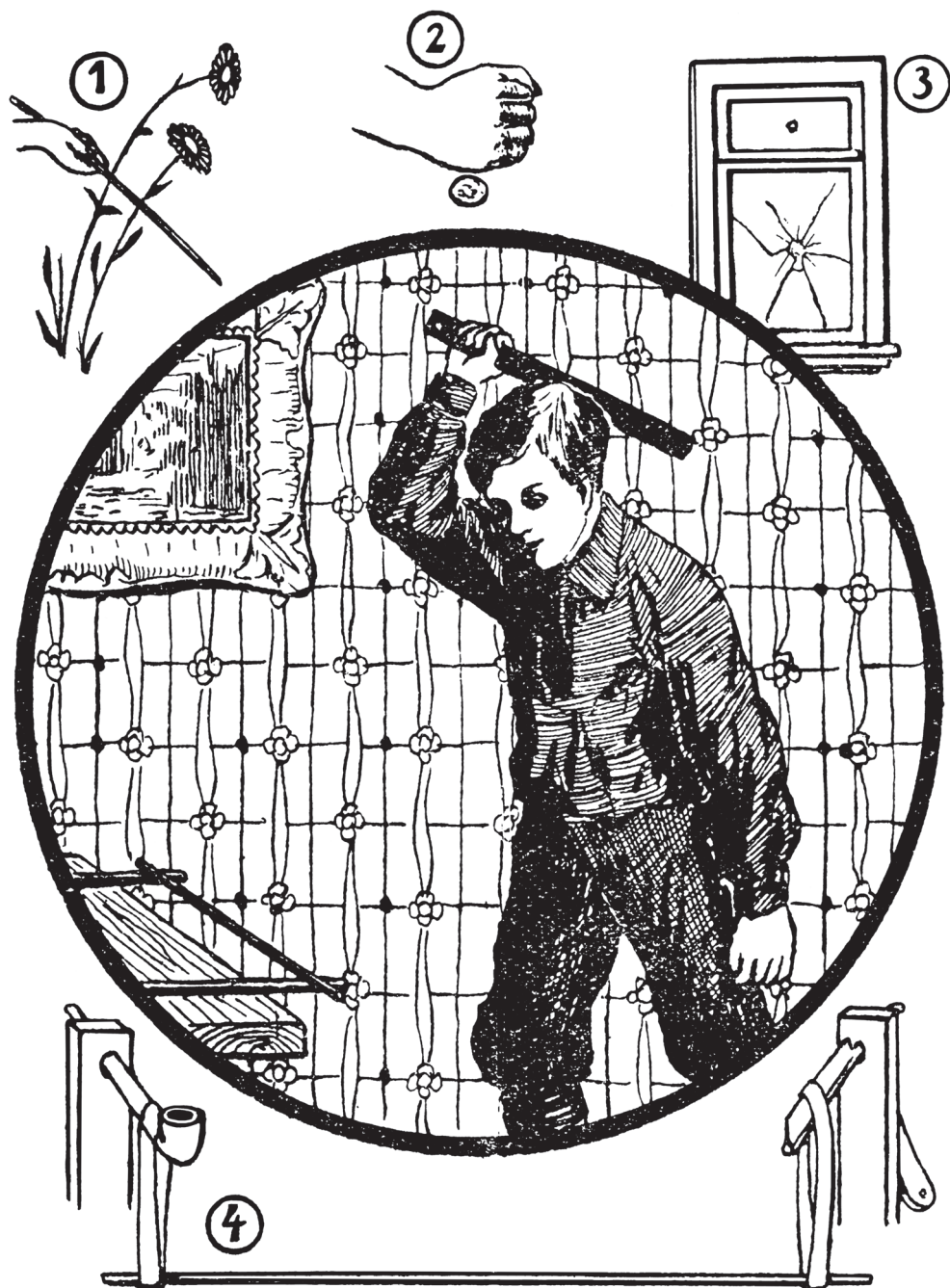
6. Необычайная поломка

Странствующие фокусники выполняют нередко очень красивый опыт, который кажется удивительным и необычайным, хотя довольно просто объясняется законами физики. На двух бумажных кольцах подвешивается довольно длинная палка; она опирается на них своими концами, сами же кольца перекинута: одно — через лезвие бритвы, другое — через хрупкую курительную трубку (черт. 4). Фокусник берет другую палку и со всего размаха ударяет ею по первой. Лежащая палка ломается, а бумажные кольца... остаются невредимы!

Объяснение этого опыта то же, что и предыдущего: удар настолько краток, что не только бумажные кольца, но даже и концы ударяемой палки не успевают получить никакого перемещения; движется только та часть палки, которая непосредственно подвергалась удару, и палка переламывается. Секрет успеха,

следовательно, в том, чтобы удар был быстр, отрывист. Удар медленный, вялый не переломит палки, а разорвет бумажные кольца.

Большие мастера среди фокусников ухитряются даже переламывать палку, опирающуюся на края двух тонких стаканов — и стекло остается неповрежденным.



Вам придется примириться с более скромным видоизменением того же опыта. Положите на край низкого стола или скамейки два карандаша так, чтобы часть их свободно выступала, и на эти свободные концы положите тонкую и длинную палочку. Сильный и быстрый удар линейкой по середине лежащей палочки переломит ее пополам, — но карандаши, на которые она опиралась концами, останутся на прежних местах.

Опыт этого рода объясняет вам, почему орех невозможно расколоть плавным, хотя и сильным давлением ладони, но очень легко раздробить сильным ударом кулака (черт. 2): в последнем случае удар не успевает распространиться по мясистой части кулака, и мягкие мускулы наши, не уступая напору ореха, действуют на него как твердое тело.

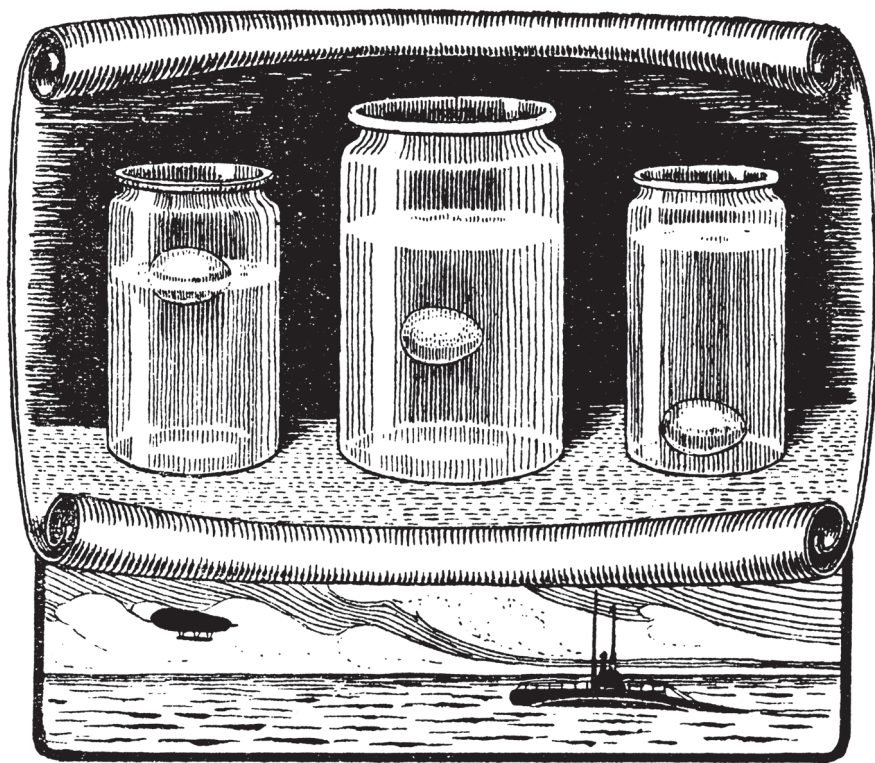
По той же причине пуля пробивает в окне маленькую круглую дырочку, а брошенный рукой камешек, менее стремительно летящий, разбивает в осколки все стекло (черт. 3); еще более медленный толчок сможет повернуть оконную раму в петлях, чего ни пуля, ни камень сделать не могут.

Наконец, еще пример такого же явления представляет перерезание стебля ударом прута (черт. 1). Напирая медленно прутком, хотя бы и с большой силой, вы стебля не перережете и только отклоните в сторону; ударив же с размаха, вы перережете его наверняка, если только, конечно, стебель не слишком толст. И здесь, как в предыдущих случаях, быстротой движения прута достигается то, что удар не успевает передаться всему стеблю и сосредоточивается только на небольшом, непосредственно затронутом участке, который и принимает на себя все последствия удара.

7. Наподобие подводной лодки

Свежее яйцо в воде тонет — это знает каждая опытная хозяйка и, когда желает убедиться, свежи ли яйца, испытывает их именно таким образом. Физик выводит из этого наблюдения то, что свежее яйцо весит больше, чем такой же объем *чистой* воды. Прибавляю: «чистой» потому, что нечистая, например, соленая вода весит больше. Можно приготовить такой густой раствор соли в воде, что яйцо будет легче вытесняемого им рассола, и тогда — по физическому закону плавания, открытому еще в древности знаменитым Архимедом — самое свежее яйцо будет в такой воде всплывать. Вы можете сыграть коварную шутку с хозяйкой, испугав ее тем, что вся сейчас купленная ею партия яиц нехороша: яйца всплывают в воде! (Разумеется, вы скроете от нее, что вода у вас соленая.)

Но лучше используйте ваши познания для следующего поучительного опыта, при котором вы заставите яйцо ни тонуть, ни всплывать, а, так сказать, висеть внутри жидкости; физик назвал бы такое состояние яйца «взвешенным». Для этого вы должны приготовить такой раствор соли в воде, чтобы погруженное в него яйцо вытесняло ровно столько рассола, сколько оно само весит. Получить подобный раствор можно только рядом проб, то немно-



го подливая воды, если яйцо всплывает, то немного прибавляя более крепкого рассола, если яйцо тонет. При некотором терпении вы всегда найдете, наконец, требуемую крепость рассола, в котором погруженное яйцо не всплывает и не тонет, а остается неподвижным в том месте, куда его поместили.

В подобном состоянии находится подводная лодка. Она может держаться ниже уровня воды, не падая на дно, только тогда, когда весит ровно столько, сколько вытесняет воды. Чтобы придать ей как раз такой вес, экипаж лодки напускает внутрь ее, в особые вместилища, воду извне; когда же нужно подняться, воду выкачивают.

Дирижабль — не аэроплан, а именно *дирижабль* — плавает в воздухе на определенной высоте по той же самой причине: подобно яйцу в соленой воде, дирижабль вытесняет ровно столько пудов воздуха, сколько пудов он сам весит.

8. Бездонный стакан

Вы налили воды в стакан до самых краев. Больше не поместится ни одной капли. Что же будет, если в этот стакан с водой опустить булавку? Вода, скажете вы, должна перелиться через край. И уж, конечно, она перельется, если вздумаем опустить в полный стакан целую сотню булавок.

На деле же оказывается совсем не то, что вы ожидаете. Если осторожно, без сотрясений, опускать в наполненный водой стакан одну булавку за другой, то не только после первой, но и после сотой, даже после двухсотой и трехсотой булавки вода не перельется за края стакана.

Что же это? Булавки разве не занимают никакого места, не вытесняют воды? Конечно, они ее вытесняют. Так куда же она в таком случае девается? Не бездонный же у нас, в самом деле, стакан! Вы найдете разгадку, если внимательно всмотритесь в свободную поверхность воды вашего стакана. До опыта она была плоская, теперь же заметно вздулась, — и это вздутие воды занимает объем, равный объему всех потонувших булавок, вместе взятых.

При некоторой осторожности можно стакан с водой густо наполнить доверху булавками, так что они будут даже торчать выше его краев, — а вода все-таки не будет переливаться, и только сильное вздутие ее поверхности покажет, что булавки тоже занимают место. Картина получается для глаз удивительная: стакан воды и стакан булавок одновременно помещаются в одном стакане!

9. Плавающая игла

Можно ли заставить стальную иглу плавать на поверхности воды, как соломинку? Как будто бы невозможно: сплошной кусочек железа, хотя бы и самый





маленький, должен непременно потонуть в воде. Так думают многие, и если вы думаете так же, то следующий опыт заставит вас переменить свое мнение.

Возьмите обыкновенную, только не слишком толстую швейную иглоку, обмажьте ее слегка маслом или жиром и положите аккуратно на поверхность воды в ведерке или стакане. К вашему изумлению, игла не пойдет ко дну, а будет держаться на поверхности, наглядно опровергая всеобщую уверенность в том, что игла не может плавать.

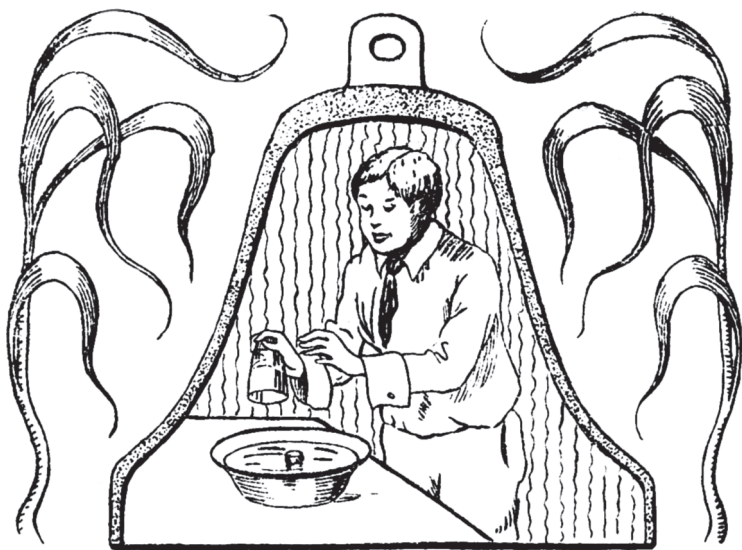
Почему же, однако, она не тонет? Ведь сталь все-таки тяжелее воды? Безусловно, в 7—8 раз тяжелее, и, чтобы плавать, игла должна, по физическому закону плавания, вытеснить воды во столько же раз больше объемом, чем сама занимает. В данном случае так и есть: если вы внимательно рассмотрите поверхность воды возле вашей плавающей иглы, то увидите, что близ нее вода образует вогнутость, небольшую долину, на дне которой и лежит игла (это показано в разрезе на рисунке в левом нижнем углу таблицы). Изгибается же водная поверхность возле нашей иглы потому, что игла, покрытая тонким слоем жира, *не смачивается водой*. Вы заметили, вероятно, что когда у вас руки жирные, то вода, налитая на них, оставляет кожу сухой, т. е. не смачивает ее. Перья гуся и всех вообще плавающих птиц всегда покрыты жиром, выделяемым особой железой; вот почему вода не пристает к ним («что с гуся вода»). Оттого-то без мыла, — которое растворяет слой жира и удаляет его с кожи — нельзя вымыть жирных рук даже и горячей водой. Жирная иглока тоже не смачивается водой и потому оказывается на дне водяной лощинки, объем которой настолько превышает объем иглы, что она поддерживается выталкивающей силой жидкости, как стальной дредноут на океане.

Так как руки наши всегда немного жирны, то и без намеренного обмазывания жиром игла в наших руках уже покрыта тонким слоем его. Поэтому можно заставить иглу плавать, и не покрывая ее специально жиром, — надо только изловчиться очень осторожно положить ее на воду. Это можно сделать так: положить иглу на лоскуток папиросной бумаги, а затем, постепенно отгибая вниз края лоскутка другой иглой, погрузить всю бумажку под воду. Лоскуток упадет на дно, а игла останется на поверхности.

Если теперь вам случится наблюдать насекомое водомерку, шагающую по воде «яко посуху», то вы уже не будете поставлены в тупик этим фактом, а догадаетесь, что лапки насекомого покрыты жиром и оттого не смачиваются водой. Шесть лапок водомерки, вместе взятые, вытесняют благодаря этому такой объем воды, который весит столько, сколько само насекомое, и тогда оно поддерживается на поверхности по закону плавания.

10. Водолазный колокол

Для этого опыта годится обыкновенный умывальный таз, а если вы сможете получить глубокую и широкую банку, то опыт проделать еще удобнее. Кроме того, нужен высокий стакан или большой бокал — это и будет ваш «водо-



лазный колокол», в то время как таз с водой представит уменьшенное подобие моря или озера.

Едва ли есть опыт проще этого: вы поворачиваете стакан вверх дном, погружаете его на дно таза, продолжая придерживать стакан рукой (чтобы вода его не вытолкнула). При этом будет видно, что вода внутрь стакана почти не проникает: воздух не допускает ее. Это становится гораздо нагляднее, когда под вашим «колоколом» находится какой-нибудь легко намокающий предмет, — например, кусочек сахара: положите на воду пробковый кружок, на него — сахар, и прикройте сверху стаканом. Теперь смело опускайте стакан в воду. Сахар очутится ниже уровня воды, но останется сухим, потому что вода под стакан не проникает. Вы видите на этом простом опыте, что воздух не есть «ничто», как мы привыкли думать; он занимает определенное место и неохотно уступает его другим вещам.

Этот опыт должен наглядно объяснить вам также, как могут люди находиться и работать под водой в водолазном колоколе или внутри тех широких труб, которые называются «кессонами», и как они погружаются ниже уровня воды в реке или озере: вода не проникает внутрь их по той же причине, по какой не втекает она под стакан в нашем опыте.

11. Тяжелая газета

Тонкую узкую дощечку длиной в руку или старую, ненужную чертежную линейку положите на стол так, чтобы половина ее свободно выступала за край. Стоит подуть на этот выступающий конец — и линейка падает. Показав вашим гостям, как легко линейку опрокинуть, предложите им сделать это ударом кулака по выступающему концу, если остальная часть ли-

нейки прикрыта листом газетной бумаги. Много ли весу в газете? Между тем окажется, что ее присутствие совершенно меняет дело: самый сильный удар не сможет опрокинуть линейки, словно она прибита к столу гвоздями. Нужно только позаботиться о том, чтобы газета была распластана аккуратно, прилегала к столу и самый лист был достаточно велик.

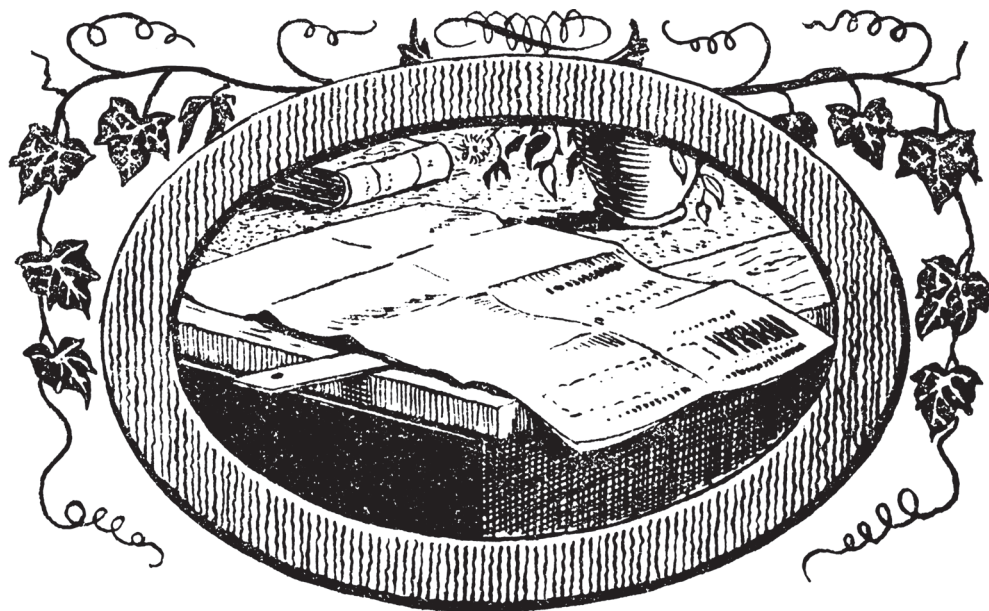
Чем же объяснить такое действие газеты? Почему она становится настолько тяжелой, что скорее можно сломать линейку, чем ее приподнять?

Загадка объясняется тем, что здесь приходится преодолевать не только вес самой газеты, но, главным образом, — вес опирающегося на нее столба воздуха. При стремительном ударе прикрытый конец линейки поднимается так быстро, что успевает увлечь за собой только непосредственно прилегающие части газетного листа, края же его по-прежнему лежат на столе и мешают наружному воздуху заполнять образовавшуюся пустоту. При таких условиях давление воздуха на газету сверху не уравнивается давлением его снизу, приходится поднимать газету вместе с давящим на нее воздухом, — а это не под силу самому сильному человеку. Воздух давит с силою 16 фунтов на каждый квадратный дюйм поверхности¹, и сколько квадратных дюймов газетной бумаги приподнимается при быстром ударе, столько раз по 16 фунтов² приходится преодолеть. Не удивительно, что линейка гнется, ломается, — а газета остается на месте.

Для успеха опыта необходимы, повторяем, два условия: чтобы газета была аккуратно разложена на столе и чтобы удар был очень быстр.

¹ В мерах метрических — с силою одного килограмма на каждый квадратный сантиметр.

² Здесь и далее Я. П. предлагает считать фунт $\approx 0,4$ кг. (Прим. ред.)





12. Почему не выливается?

Описываемый далее опыт — один из самых легких для исполнения. Это первый физический опыт, который я проделал в дни моей юности. Наполните стакан водой, покройте его почтовой карточкой или бумажкой и, слегка придерживая карточку пальцами, переверните стакан вверх дном. Теперь можете руку убрать: бумажка не отпадет, вода не выльется, — если только бумажка в горизонтальном положении.

Вы думаете, бумажка просто прилипла к краям стакана? Нет; если проделаете тот же опыт с пустым стаканом, края которого смочены, то убедитесь, что бумажка держаться не будет. В вашем же опыте на нее еще давит сверху вес полного стакана воды, т. е. около полуфунта, и все-таки она держится.

В таком виде вы можете смело переносить стакан с места на место, даже, пожалуй, с большим удобством, чем при обычных условиях. При случае вам нетрудно будет изумить ваших знакомых, принеся — в ответ на просьбу дать напиток — воду в опрокинутом стакане...

Что же удерживает карточку от падения, преодолевая вес стоящей над ней воды? Давление воздуха: оно давит на карточку снаружи с силою, которая, как легко рассчитать, гораздо больше, чем полуфунта¹.

Это объяснение я узнал в школе от учителя. Он указал также на одно необходимое условие успешности опыта: вода должна наполнять *стакан весь, от дна до краев*. Если она занимает *часть* стакана, а остальное занято воздухом, то опыт не удастся: воздух внутри стакана будет давить на бумажку, уравновешивая давление наружного воздуха, и, следовательно, она должна отпасть.

Придя домой, я решил тотчас же проделать опыт с неполным стаканом, чтобы увидеть, как бумажка отпадет. Представьте же мое удивление, когда я увидел, что она и тогда не отпадает! Повторив опыт несколько раз, я убедился, что карточка держится так же хорошо, как и при полном стакане.

Это послужило для меня наглядным уроком того, как следует изучать явления природы. Высшим, непререкаемым судьей в естествознании должен быть *опыт*. Каждую теорию, какой бы ясной и правдоподобной она ни представлялась нашему уму, следует проверять опытом. «Поверяя и проверяя» — таково было правило первых исследователей природы (флорентийских академиков) в XVII веке, таков он и для физика XX века. И если при проверке теории окажется, что опыт ее не подтверждает, то надо доискаться, в чем именно теория погрешает.

В нашем случае нетрудно найти ошибку в рассуждении, на первый взгляд таком убедительном и ясном. Отогнем осторожно один угол бумажки в тот момент, когда она закрывает отверстие опрокинутого стакана, только частью занятого водой. Мы увидим, что через воду пройдет воздушный пузырь. Что это показывает? Конечно, то, что воздух в стакане более разрежен, чем воздух

¹ Теоретически, бумажка должна держаться, даже если бы стакан имел 10 метров в высоту, и только при большей высоте водяного столба она должна отпасть.

снаружи: иначе наружный воздух не устремлялся бы в пространство над водой. В этом и вся разгадка: в стакане хотя и остается воздух, но меньшей плотности, чем наружный, и, следовательно, давящий слабее его. Очевидно, при опрокидывании стакана вода, опускаясь вниз, вытесняет из него часть воздуха; оставшаяся часть, распространяясь в прежнем объеме, разрежается и давит слабее.

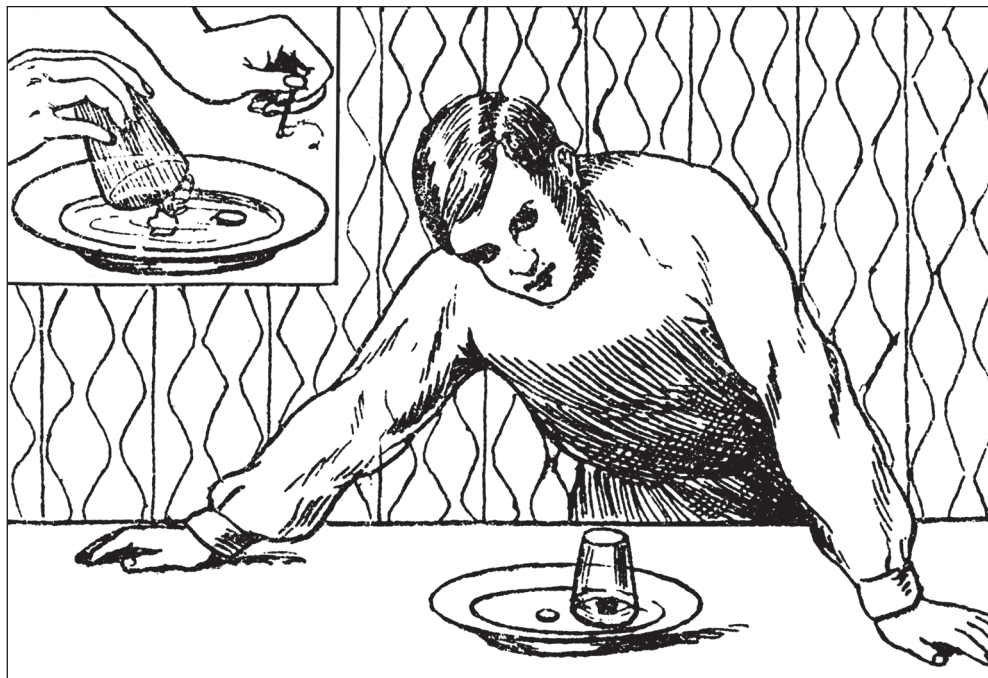
Вы видите, что даже простейшие физические опыты при внимательном к ним отношении могут привести на серьезные размышления. Это те малые вещи, которые поучают великому.

13. Сухим из воды

Сейчас вы убедились, что воздух, окружающий нас со всех сторон, давит с значительной силой на все вещи, с которыми он соприкасается. Опыт, который мы собираемся описать, еще нагляднее докажет вам существование этого, как физики говорят, «атмосферного давления».

Положите на плоскую тарелку металлическую пуговицу и налейте воды. Пуговица очутится под водой. Вынуть ее теперь голыми руками, не замочив пальцев и не выливая воды из тарелки, конечно, невозможно, — скажете вы. И ошибетесь, — потому что это вполне возможно.

Вот как надо это сделать. Зажгите внутри стакана бумажку и, когда воздух в стакане нагреется, опрокиньте его на тарелку рядом с пуговицей, но так, чтобы пуговица не очутилась под стаканом. Теперь смотрите, что будет. Ждать



придется недолго. Бумага под стаканом, конечно, сразу погаснет, и воздух начнет в стакане остывать. По мере же его остывания вода будет как бы втягиваться стаканом, и вскоре вся соберется там, обнажив дно тарелки. Подождите минуту, чтобы пуговица обсохла — и берите ее, не замочив пальцев.

Понять причину этих явлений вам будет не трудно. Когда воздух в стакане нагрелся, он расширился, как и все нагретые тела, и избыток его нового объема вышел из стакана. Когда же оставшийся воздух начал остывать, его уже стало недостаточно, чтобы в холодном состоянии оказывать прежнее давление, т. е. уравнивать наружное давление атмосферы. Вода под стаканом теперь испытывает поэтому на каждый дюйм своей поверхности меньшее давление, чем вода в остальной, открытой части тарелки; не удивительно, что она вгоняется вся под стакан, втискиваемая туда избытком давления наружного воздуха. Следовательно, вода, в сущности, не «втягивается» стаканом, не засасывается им, как кажется при первом взгляде, а *вдавливается* под стакан извне.

Теперь, когда вам известна причина происходящих явлений, вы поймете также, что нет надобности для опыта пользоваться непременно горящей бумажкой или намоченной спиртом ваткой (как часто советуют) и вообще каким-либо пламенем: достаточно просто сполоснуть стакан кипятком или нагреть его возле теплой печки, — и опыт удастся так же хорошо. Все дело в том, чтобы каким-нибудь способом нагреть воздух в стакане, а как именно это будет достигнуто — совершенно безразлично.

Легко, например, проделать тот же опыт в таком виде. Выпив горячего чая, опрокиньте стакан, пока он еще не остыл, над блюдцем, в которое вы налили немного чая — заранее, чтобы к моменту опыта он успел уже охладиться. Через две-три минуты весь чай из блюдца соберется под стакан, наглядно доказывая существование атмосферного давления.

14. Парашют

Приготовьте из листа папиросной бумаги круг поперечником в несколько ладоней и вырежьте посередине кружок шириною в несколько пальцев; к краям большого круга привяжите тонкие бечевки, продев их через дырочки; концы бечевки — они должны быть одинаковой длины — привяжите к какому-нибудь легкому грузику. Вот все устройство парашюта.

Чтобы испытать, на что годится ваш миниатюрный парашют, уроните его из окна высшего этажа грузиком вниз. Груз натянет бечевки, бумажный круг расправится, парашют плавно полетит вниз и мягко достигнет земли. Это — в безветренную погоду. А при ветре, даже слабом, ваш парашют будет подхвачен вверх, унесется прочь от дома и спустится где-нибудь далеко.

Чем больше «зонт» парашюта, тем больший груз вы сможете подвесить к нему (груз необходим, чтобы парашют не был перевернут), тем медленнее он будет падать в безветренную погоду и тем дольше будет он путешествовать по ветру.



Но почему парашют удерживается так долго в воздухе? Конечно, вы догадываетесь, что это воздух мешает парашюту падать; не будь при грузе привязанного к нему бумажного листа, груз стремительно упал бы на землю. Бумажный лист увеличивает поверхность падающей вещи, почти ничего не прибавляя к ее весу; а чем больше поверхность предмета, тем значительно сопротивление воздуха его движению.

Если вы уяснили себе это, вы поймете, почему носятся в воздухе пылинки. Обычно говорят, что пыль плавает в воздухе потому, что она *легче* его. Это совершенно неверно! Что такое пылинки? Мелкие частицы камня, глины, металла, дерева, угля и т. п. Но все перечисленные материалы в сотни и тысячи раз тяжелее воздуха: камень — в 1500 раз, железо — в 6000 раз, дерево — в 300 раз, и т. п. Значит, пылинки нисколько не легче воздуха, они во много раз тяжелее его и никак не могут плавать в нем, как пробка в воде.

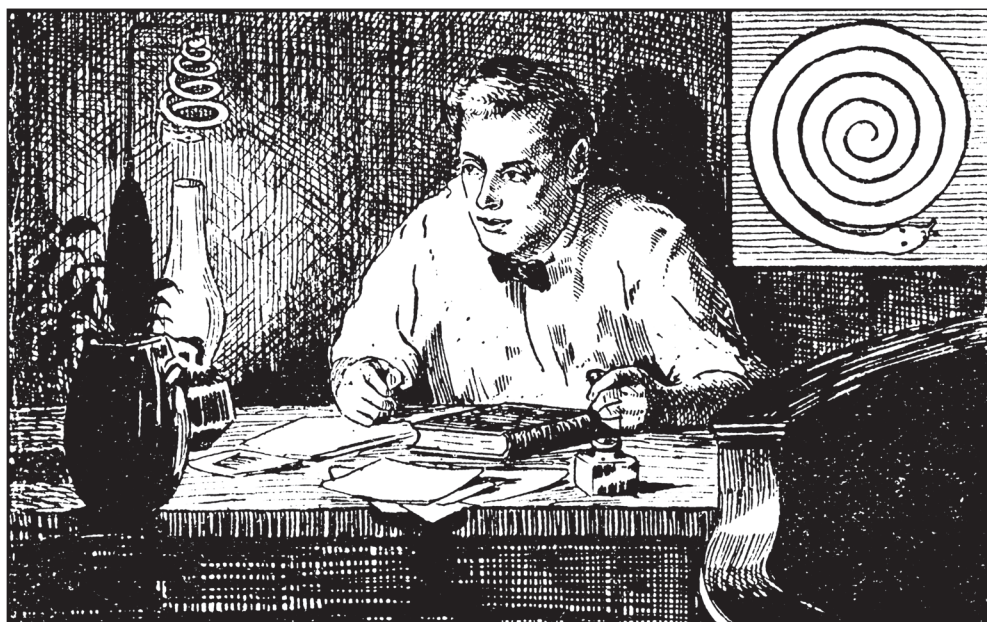
Всякая пылинка твердого или жидкого тела непременно должна *падать* в воздухе, «тонуть» в нем. Она и падает, но только падение ее происходит примерно так, как падает наш парашют. Дело в том, что у очень маленьких тел поверхность уменьшена не так сильно, как уменьшен их вес, — и потому мельчайшие крупинки обладают поверхностью весьма большой по сравнению с их весом. Если сравните дробинку с круглой пулей, которая в 100 раз тяжелее ее, то поверхность дробинки окажется меньше поверхности

пули всего только в 10 раз. Это значит, что у дробинки поверхность по отношению к ее весу вдесятеро больше, чем у пули. Вообразите, что дробинка продолжает уменьшаться, пока не станет в миллион раз легче пули, т. е. превратится в свинцовую пылинку. У этой пылинки поверхность, по отношению к весу, в 1000 раз больше, чем у пули. Воздух мешает ее движению в 1000 раз сильнее, чем мешает он движению пули. И оттого она *парит в воздухе*, т. е. падает едва заметно, а при малейшем ветерке уносится даже вверх.

15. Змея и бабочки

Из почтовой карточки или из другого листа картона такой же толщины вырежьте кружок величиной с отверстие стакана. Затем прорежьте его ножницами по спиральной линии в виде свернувшейся змейки, как показано в углу нашего рисунка. Кончик хвостика змеи наложите, — слегка подавив его сначала, чтобы сделать маленькую выбоинку в бумаге, — на острие вязальной спицы, воткнутой в пробку. Завитки змеи при этом опустятся, образуя нечто вроде миниатюрной спиральной лестницы.

Теперь «змея» готова. Можно приступить к опытам с нею. Поместите ее около топящейся кухонной плиты: змея завертится, и тем проворнее, чем плита горячее. Вообще возле всякого горячего предмета — лампы, самовара, чайника — змея будет более или менее оживленно вращаться, вращаться без устали и остановки, пока предмет остается горячим. Очень быстро вертится змея, если подвесить ее над керосиновой лампой, продев через кончик хвоста нитку с узелком, — как показано на нашем рисунке.



Что же заставляет змею вращаться? То же, что вращает крылья ветряной мельницы: ток воздуха. Возле каждого нагретого предмета есть течение теплого воздуха, поднимающееся от него вверх. Происходит этот ток оттого, что воздух при нагревании, как и все тела (кроме ледяной воды¹), расширяется и, значит, становится реже, т. е. легче. Окружающий его воздух, более холодный, а, следовательно, и более плотный, тяжелый, вытесняет его, заставляет его подниматься вверх, сам занимая его место, — чтобы тотчас же, нагревшись, разделить его участь и быть вытесненным новой порцией более холодного воздуха. Таким образом каждый нагретый предмет порождает над собою восходящее течение воздуха, которое поддерживается все время, пока предмет теплее окружающего воздуха. Вот этот-то восходящий ток, этот незаметный теплый ветерок, дующий вверх от каждого нагретого предмета, ударяет в завитки нашей бумажной змейки и заставляет ее вертеться, как ветер — крылья мельницы.

Вместо змеи можно заставить вращаться и бумажку иной формы, — например, бабочку. Лучше вырезать ее из папиросной бумаги и, перевязав посредине, подвесить на очень тонкой ниточке (еще лучше — на волосе). Подвесьте такую бабочку над лампой, — и она закружится, как живая. Эффект опыта усилится тем, что бабочка отбросит на потолок свою тень в виде довольно большого темного силуэта, который будет повторять в усиленном виде все движения вращающейся бумажной бабочки. Человеку неподготовленному покажется, что в комнату залетела крупная черная бабочка и судорожно порхает под самым потолком...

Можно, наконец, поступить и так: воткнуть иглу в пробку, положить бумажную бабочку на острие иглы, подперев в такой точке бумажного контура, чтобы бабочка держалась в равновесии (точку эту — «центр тяжести» нашей бумажки — придется отыскивать рядом проб). Бабочка быстро завертится, если рядом находится какой-нибудь теплый предмет. К такой вертушке достаточно даже приблизить ладонь руки, чтобы вызвать довольно оживленное вращение.

С расширением воздуха при нагревании и возникающими вследствие этого восходящими течениями мы встречаемся положительно на каждом шагу. Все знают, что в натопленной комнате самый теплый воздух скапливается у потолка, а самый холодный стекает к полу — оттого нам и кажется, что дует снизу, если комната еще недостаточно нагрелась. И потому, если приоткрыть дверь из теплой комнаты в холодную, холодный воздух втекает снизу, а теплый вытекает вверх (пламя свечи возле двери укажет вам направление этих течений). Если вы хотите сохранить тепло в натопленной комнате, позаботьтесь о том, чтобы через щель под дверью не втекал холодный воздух: для этого достаточно прикрыть эту щель ковриком или хотя бы даже просто газетным листом. Тогда и теплый воздух, не вытесняемый снизу холодным, не будет выходить через верхние щели комнаты.

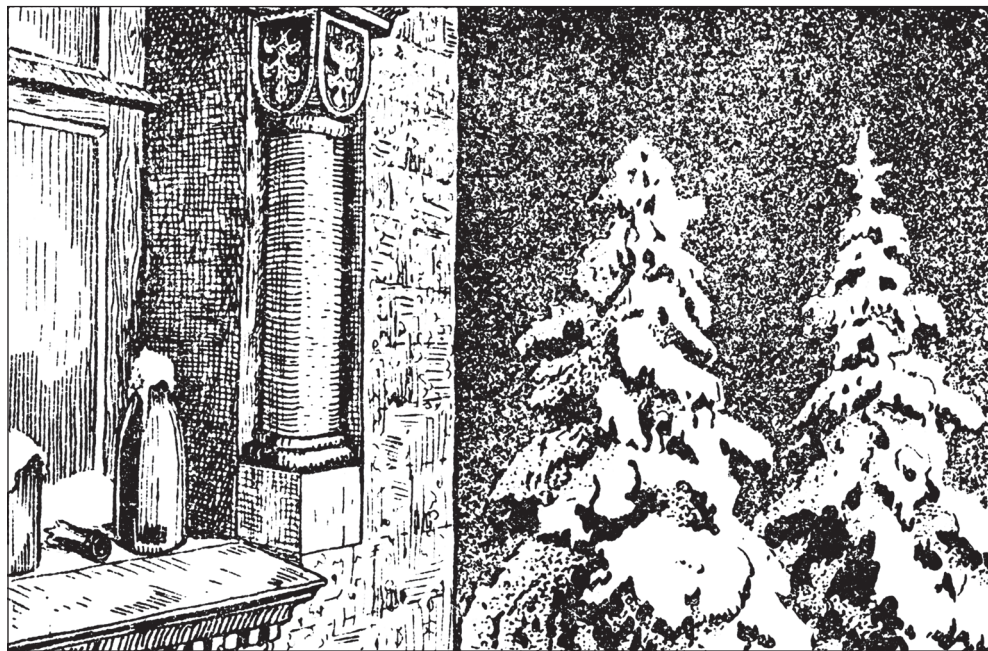
¹ Помимо воды, аналогичным свойством обладают висмут, галлий, германий, сурьма и некоторые соединения и смеси. (*Прим. ред.*)

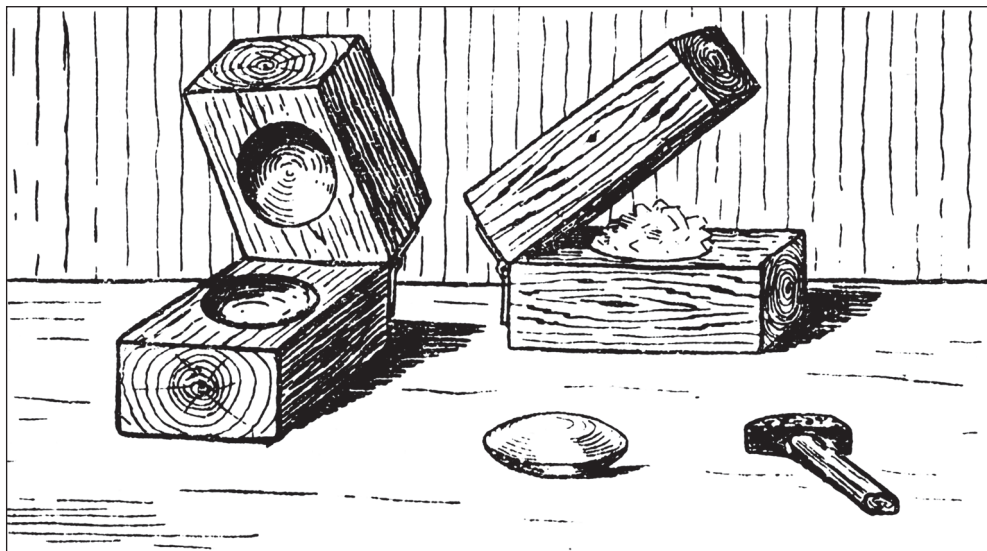
Далее: что такое «тяга» в печи или фабричной трубе, как не восходящий ток теплого воздуха? А бумажные воздушные шары, пускаемые во время гуляний, разве они не оттого поднимаются, что воздух, нагреваемый в них (от пропитанной спиртом зажженной ваты), легче окружающего холодного? Мы могли бы еще сказать о теплых и холодных воздушных течениях в нашей атмосфере, о «пассатах», «муссонах», «бризах» и т. п. ветрах, — но это увлекло бы нас слишком далеко.

16. Лед в бутылке

Легко ли получить бутылку льда? Казалось бы, зимою — что может быть легче? Налить воды в бутылку, выставить за окно, а остальное предоставить морозу: холод заморозит воду, и получится бутылка, полная льда.

Однако, если проделаете этот поучительный опыт, вы не без удивления убедитесь, что дело вовсе не так просто. Лед-то, действительно, получается, но бутылки при этом уже не оказывается: она раскалывается под напором замерзающего льда. Дело в том, что лед, замерзая, довольно заметно увеличивается в объеме — примерно на 10-ю долю, — и расширение происходит с такою неудержимою силою, что не только закупоренные бутылки лопаются, но даже и у открытых бутылок откалывается горлышко от напора расширяющегося под ним льда; вода, замерзшая в горлышке, — а замерзание начинается именно вверх, — играет как бы роль ледяной пробки, закупоривающей остальную часть жидкости.





Сила расширения замерзающего льда может разрывать не только стеклянные стенки посуды. Перед нею не может устоять и металл, если слой его не очень толст. Вода на морозе разрывает двухдюймовые стенки железной бомбы! Неудивительно, что так часто лопаются водопроводные трубы, когда в них замерзает вода.

Но то же свойство воды расширяться при замерзании является причиной и того, что лед *плавает* на воде, а не падает на дно. Если бы вода при затвердевании *сжималась*, — как большинство тел природы, — то лед, образовавшись в воде, не плавал бы на ее поверхности, а тонул бы. И тогда мы лишились бы тех незаменимых услуг, которые доставляет нам каждую зиму

...батюшка-мороз,
Наш природный, наш дешевый
Пароход и паровоз.

17. Огонь с помощью льда

Для этого удивительного опыта вам необходимо иметь два деревянных бруска с вдавленной круглой полостью в каждом. Углубления должны быть одинаковы, так что при накладывании брусков отверстия их совпадают, и образуется одна полость в форме чечевицы. Эти бруски послужат для нас формой, с помощью которой вы изготовите из льда ни мало ни много: зажигательную чечевицу...

Наложите в полость обломков льда «с горкой», накройте другим бруском и крепко сдавите оба бруска. Ледяные обломки под давлением сначала будут дробиться, но затем эти кусочки начнут спаиваться между собою в один

сплошной кусок; продолжайте сдавливать бруски, пока не получится у вас прозрачная двояковыпуклая чечевица, похожая на зажигательное стекло.

Если опыт с получением прозрачной чечевицы сдавливанием льда (пользуясь свойством кусков льда под сильным давлением смерзаться) вам почему-либо не будет удаваться, то попробуйте изготовить такую чечевицу из одного куска льда, обрабатывая его сначала пилой и ножом, а затем горячим утюгом.

Выйдя с такою чечевицею в ясный морозный день на открытое место, сосредоточивают с помощью его солнечные лучи в одной точке, в которой держат какой-нибудь темный и легко воспламеняющийся материал (трут). Происходит сильное нагревание, затем вспышка. Мы получили огонь с помощью льда!

Всего поразительнее здесь, пожалуй, то, что лучи солнца, воспламенившие трут, проходят через лед, не нагревая его — иначе бы он таял. Очевидно, лучи не несут этой теплоты с собою, а теплота возникает лишь тогда, когда, задерживаясь темным веществом, лучи перестают быть тем, чем были раньше: из света они превращаются в теплоту.

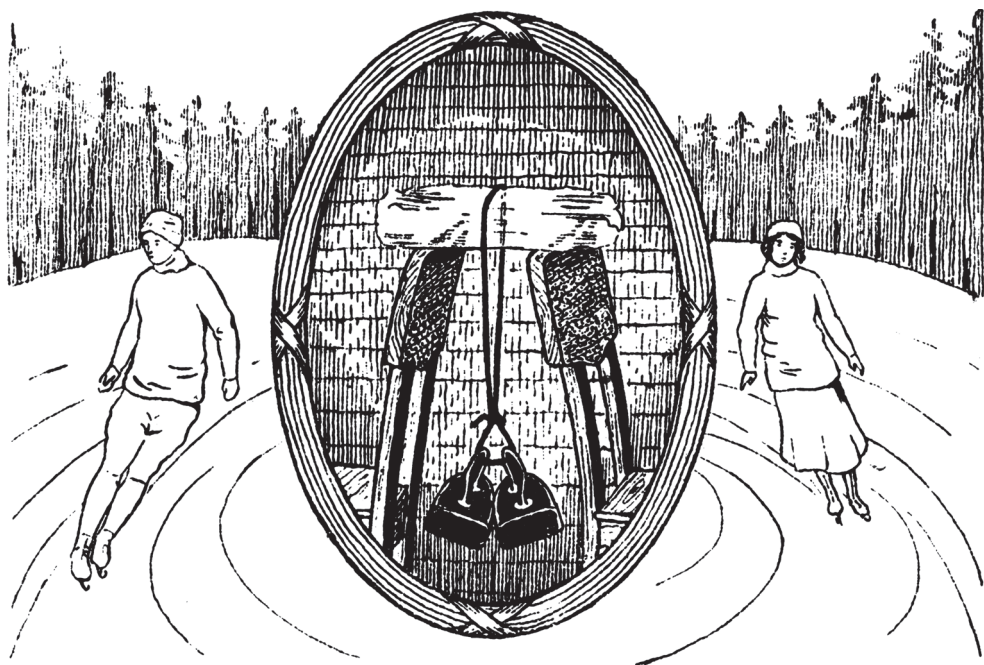
18. Прорезать лед, оставив его целым

Мы сейчас сказали, что куски льда под давлением «смерзаются». Это не значит, что куски льда замерзают еще сильнее, когда на них давят. Как раз наоборот: при сильном давлении лед обыкновенно *тает*, а едва только образовавшаяся при этом весьма холодная вода освобождается от давления, она снова замерзает, потому что температура ее ниже 0°C. Когда мы сдавливаем куски льда, происходит следующее: концы выступающих частей, соприкасающиеся между собою и подвергающиеся сильнейшему давлению, тают; образующаяся вода уходит в стороны, в мелкие пустые промежутки между выступами; там, уже не испытывая повышенного давления, эта чрезвычайно холодная вода тотчас же замерзает и спаивает таким образом осколки льда в один сплошной кусок.

Вы можете проверить эту теорию на следующем красивом опыте. Выберите ледяной брусок, обоприте его концы на края двух табуреток (или каким-нибудь другим способом, это безразлично) и перекиньте поперек него петлю из стальной проволоки примерно в аршин¹ длины; толщина проволоки — полмиллиметра или немного меньше. К концу проволоки привесьте пару утюгов или какую-нибудь другую тяжелую вещь, весом фунтов 25. Вы увидите, что проволока врежется в лед, медленно пройдет через весь брусок, но... брусок не распадается. Берите его смело в руки: он совершенно цел, как будто его и не разрезали!

Разгадка в том, что под давлением проволоки лед таял; но вода, перейдя поверх проволоки и освободившись там от давления, тотчас замерзала, и, пока проволока «резала» нижние слои, верхние снова смерзались.

¹ Т. е. ≈0,7 м. (Прим. ред.)



Лед — единственное тело в природе, с которым возможно проделать подобный опыт. Оттого-то по льду можно ездить на санях и кататься на коньках. Когда конькобежец опирается весом своего тела на коньки, лед под этим давлением тает (если мороз не слишком силен), и конек скользит; но, переходя на другое место, конек и здесь вызывает таяние. Словом, куда ни ступит нога конькобежца, всюду она превращает тонкий слой льда под сталью конька в воду, которая, освободившись от давления, вновь замерзает¹.

19. Передача звука

Случалось ли вам наблюдать издали за дровосеком, рубящим дерево? Или, быть может, вы видели когда-нибудь, как вдали от вас работает плотник, вколачивая гвозди? Если да, то вы могли заметить при этом явление, очень странное на первый взгляд: удар раздавался не тогда, когда топор врезался в ствол

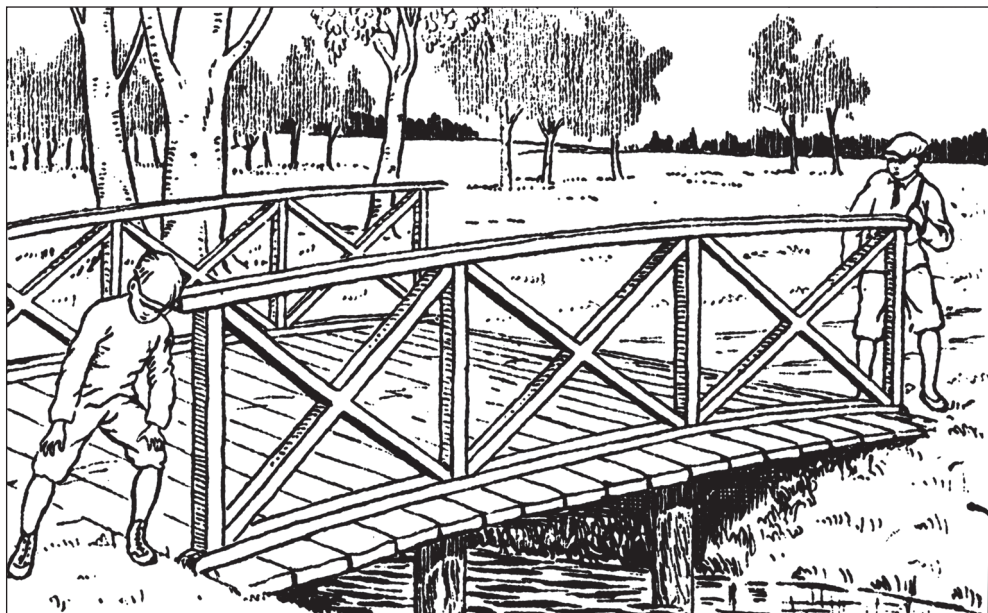
¹ В наши дни это классическое объяснение, данное в конце XIX в. О. Рейнольдсом и Д. Тиндалем, можно считать опровергнутым. Новейшие исследования указывают, что скользкость льда обусловлена структурой и свойствами его поверхности, граничащей с паром или жидкостью: молекулы воды на верхнем уровне льда колеблются гораздо сильнее, чем молекулы внутренних уровней, тем самым как бы образуя на поверхности льда макроскопическую водяную пленку. (Прим. ред.)



дерева или когда молот ударял по шляпке гвоздя, — а позже, когда топор или молот уже подняты в воздух.

Если вам придется еще раз наблюдать это любопытное явление, воспользуйтесь им, чтобы простым опытом подготовить его разгадку. А именно, отойдите на некоторое расстояние назад или продвиньтесь вперед: после нескольких проб вы найдете такое место, при наблюдении из которого звуки топора или молота как раз совпадают с моментами видимого удара. Возвратитесь тогда на прежнее место — снова станет заметно несовпадение звуков с ударами.

Теперь, вероятно, вам уже легко догадаться, в чем причина этих загадочных явлений. Звук требует некоторого времени, чтобы пройти от места своего возникновения до вашего уха; свет же пробегает это расстояние почти мгновенно. И может случиться, что, пока звук странствует через воздух к вашему уху, топор или молот успели уже подняться для нового удара; тогда глаз увидит не то, что воспринимается ухом: вам покажется, что звук совпадает не с опусканием, а с поднятием инструмента. Но если вы отойдете назад или подвинетесь вперед как раз на такое расстояние, которое пробегается звуком за время одного взмаха топора, то к моменту достижения звуком вашего уха топор снова успеет опуститься; тогда, конечно, вы увидите и услышите удар одновременно, — но только это будут *разные* удары: с видимым *сейчас* ударом совпадает звук *прошлого* удара.



Сколько же пробегает звук в воздухе за одну секунду времени? Это в точности измерено: круглым счетом около $\frac{1}{3}$ версты¹. Каждую версту звук проходит в 3 секунды; и если дровосек взмахивает топором дважды в секунду, то вам (легко вычислить это) достаточно находиться в расстоянии саженей 80², чтобы звук топора совпадал с его поднятием. Свет же пробегает в воздухе каждую секунду 280 000 верст³, — в восемьсот тысяч раз больше, нежели звук; вы понимаете, конечно, что для всех расстояний на Земле мы можем смело считать скорость света мгновенною.

Кстати, этою огромною разницей между скоростями звука и света вы можете воспользоваться, чтобы весьма простым образом определить, на каком расстоянии от вас образовалась та молния, гром от которой вы в данный момент слышите. Известно, что гром и молния образуются одновременно; молния порождает гром, как удар молота порождает звук. Но мы *слышим* гром *после* того, как *видим* молнию, потому что находимся на большом расстоянии от места их возникновения, и звук требует времени, чтобы пробежать это расстояние. Пусть гром услышан вами спустя 6 секунд после того, как вы заметили молнию. Что это показывает? Что звук странствовал до нас 6 секунд; а так как он проходит в каждые 3 секунды по версте, то, следовательно, звук образовался в 2 верстах от нас. Итак, место, где возникла молния, лежит на расстоянии двух верст от места, где вы сейчас находитесь.

¹ Точнее, около 330 м (при 0 °С и нормальном атмосферном давлении); 1 верста = 1066,8 м. (Прим. ред.)

² Т. е. примерно 170 м (1 сажень = 2,1336 м). (Прим. ред.)

³ Т. е. примерно 300 000 км. (Прим. ред.)

Заметим еще, что число секунд, протекших между молнией и громом, нет надобности отсчитывать непременно по часам. Гораздо удобнее определять их непосредственным устным счетом. Но для этого надо предварительно приучиться произносить слова: «раз, и два, и три, и четыре, и пять...» так, чтобы на произнесение каждого числа уходила ровно одна секунда. Мы уже имели случай упоминать об этом раньше; каждый наблюдатель природы должен уметь вести такой счет. Не думайте, что это трудное искусство: чтобы ему научиться, потребуется всего какой-нибудь десяток минут упражнения, не более.

Звук передается не только через воздух, но и через другие газообразные, жидкие и твердые тела. В воде звук бежит в четыре раза быстрее, чем в воздухе, и под водою отчетливо слышен всякий шум. Рабочие в подводных «кессонах» (больших отвесных трубах) прекрасно слышат береговые звуки. Рыбаки хорошо знают, что рыбы разбегаются от малейшего подозрительного шума.

Еще лучше и быстрее передают звук разного рода твердые *упругие* материалы, например, чугун, дерево, кости. Приставьте ухо к торцу длинного деревянного бруса и попросите товарища слегка ударить по противоположному концу: вы услышите гулкий звук удара, переданный через всю длину бруса. Можно даже, — если кругом достаточно тихо и не мешают посторонние шумы, — услышать через брус тиканье часов, приставленных к противоположному концу. Так же хорошо передается звук через железные рельсы или балки, через чугунные трубы, даже через почву: давно известно, что, приложив ухо к земле, можно расслышать топот лошадиных ног задолго до того, как он донесется по воздуху; а звуки пушечных выстрелов можно услышать этим способом от таких отдаленных орудий, грохот которых по воздуху совсем не доносится.

Так хорошо передают звук только *упругие* твердые материалы; мягкие же ткани, рыхлые, неупругие материалы очень плохо передают через себя звук, они его «поглощают». Вот почему вешают мягкие, толстые занавеси на дверях, если хотят, чтобы звук не достигал соседней комнаты. Ковры, мягкая мебель, платье действуют на звук подобным же образом.

20. Колокол

Сейчас я упомянул, что кости — один из тех материалов, которые хорошо передают звуки. Хотите убедиться, что ко-



сти вашего собственного черепа обладают этим свойством? Ничего нет легче. Захватите зубами колечко карманных часов и зажмите руками уши: вы услышите вполне отчетливо мерные удары балансира, более громкие, нежели тикание, воспринимаемое ухом через воздух. Эти звуки доходят до вашего уха через кости головы.

Вот еще забавный опыт, доказывающий хорошую передачу звуков через кости черепа. Привяжите к середине бечевки медную ложку так, чтобы бечевка имела два свободных конца. Эти концы прижмите пальцами к закрытым ушам и, подавшись корпусом вперед, чтобы ложка могла свободно раскачиваться, ударьте ложкой о какое-нибудь твердое тело: вы услышите густой гул — словно колокольный звон раздастся возле самого вашего уха.

Еще лучше удастся опыт, если вместо ложки взять тяжелые щипцы для угольев.

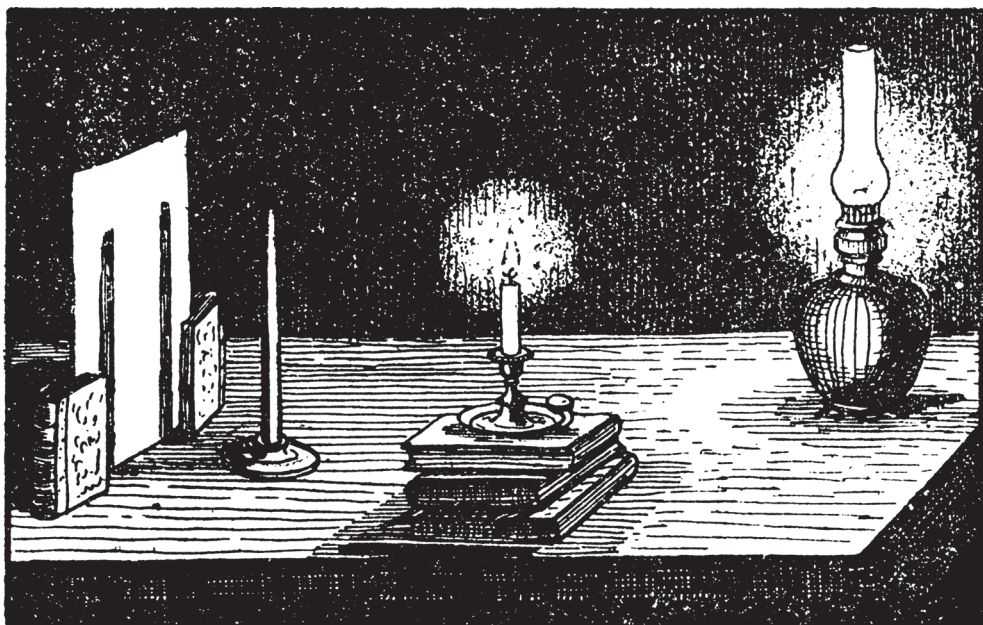
21. Измерить силу света

Свеча на двойном расстоянии светит, разумеется, слабее. Но во сколько раз? В два раза? Нет, если вы поставите на двойном расстоянии две свечи, они не дадут прежнего освещения. Чтобы получить освещение, одинаковое с прежним, надо на двойном расстоянии поставить не две, а дважды две — четыре свечи. На тройном расстоянии придется поставить не три, а трижды три, т. е. девять свечей, и т. д. Это показывает, что на двойном расстоянии сила освещения ослабевает в 4 раза, на тройном — в 9 раз, на четверном — в 4×4 , т. е. в 16 раз, на 5-кратном — в 5×5 , т. е. в 25 раз и т. д. Таков закон изменения силы света с расстоянием. И таков же, — заметим заодно, — закон ослабления звука: слова говорящего на 6-кратном расстоянии ослабевают не в 6, а в 36 раз¹.

Зная этот закон, мы можем воспользоваться им, чтобы сравнить между собою две лампы — вообще два источника света различной силы. Вы желаете, например, узнать, во сколько раз ваша лампа светит сильнее, нежели простая свечка, т. е. сколькими обыкновенными свечами нужно было бы эту лампу заменить, чтобы получить такое же освещение.

Чтобы произвести сравнение, вы располагаете лампу и зажженную свечу на одном конце стола, а на другом ставите отвесно (зажав, например, между страницами книги) лист белого картона. Перед этим листом, недалеко от него

¹ Этим объясняется тот общеизвестный факт, что в театре шепот вашего соседа заглушает для вас громкий голос актера на сцене. Если сцена находится от вас всего в 10 раз дальше, чем сосед, то голос актера ослабевает в 100 раз по сравнению с тем, каким вы слышали бы его, если бы тот же звук исходил из уст вашего соседа. Неудивительно, что для вас он тише шепота. По той же причине так важно, чтобы ученики сохраняли тишину в классе во время объяснений учителя: слова учителя достигают до учеников (особенно далеко сидящих) настолько ослабленными, что даже тихий шепот близкого соседа по парте совершенно заглушает их.

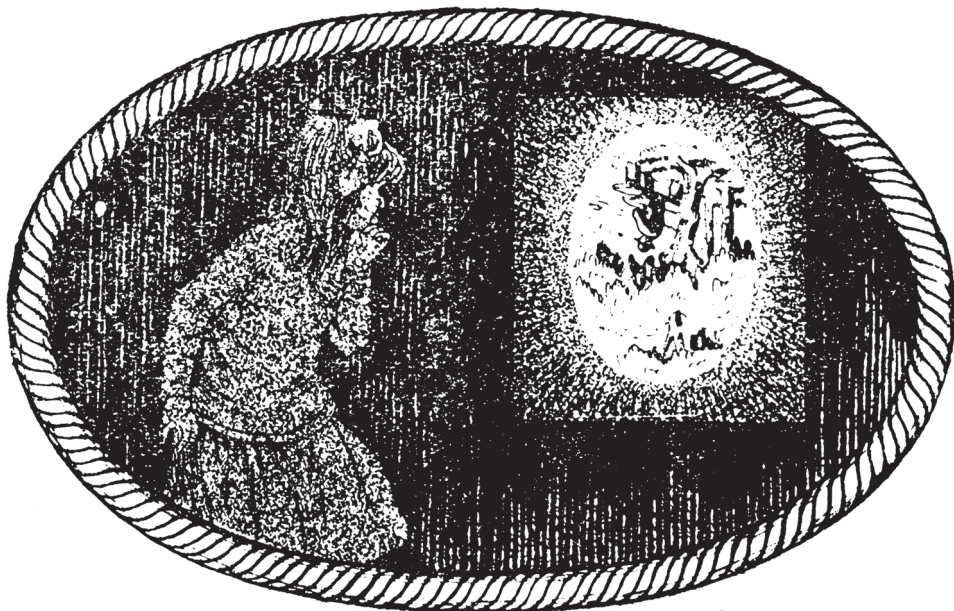


устанавливаете, также отвесно, какую-нибудь палочку, например карандаш. Он отбрасывает на картон две тени разной густоты, от лампы и от свечи. Густота этих двух теней, вообще говоря, различна потому, что обе тени освещены: одна — яркой лампой, другая — тусклой свечой. Приближая свечу, вы можете достигнуть того, что обе тени сравняются в густоте. Это будет означать, что сейчас сила освещения лампы как раз равна силе освещения свечи. Однако равенство обусловлено здесь тем, что лампа находится дальше от освещаемого ею картона, нежели свеча; измерьте, во сколько раз она *дальше*, — и вы сможете определить, во сколько раз лампа ярче свечи. Если, например, лампа в 3 раза дальше от картона, чем свеча, то, значит, яркость ее в 3×3 , т. е. в 9 раз больше яркости свечи; почему это — легко понять, если вспомнить, каков закон убывания силы освещения.

«Комната, в которую вступил Иван Иванович, была совершенно темна, потому что ставни были закрыты, и солнечный луч, проходя в дыру, сделанную в ставне, принял радужный цвет и, ударяясь в противоположную стену, рисовал на ней пестрый ландшафт из очеретяных¹ крыш, деревьев и развешанного на дворе платья, все только в обратном виде».

Н.В. Гоголь. «Повесть о том, как поссорились Иван Иванович с Иваном Никифоровичем».

¹ Т. е. крытых очеретом — травянистым болотным растением рода камыша. (Прим. ред.)



22. Вниз головой

Если в вашей квартире или в квартире ваших знакомых имеется комната с окнами на солнечную сторону и притом закрывающаяся ставнями, то вы легко можете превратить ее в физический прибор, который носит старинное латинское название «камера-обскура» (по-русски это означает «темная комната»). Для этого понадобится только просверлить в ставнях небольшое отверстие, которое, если сделать его аккуратно, нисколько, конечно, не испортит ставень. Закрыв в солнечный день ставни и все двери комнаты, чтобы в ней было по возможности темно, вы помещаете против отверстия, на некотором от него расстоянии, большой лист бумаги или простыню: это ваш «экран». На нем вы тотчас же увидите уменьшенное изображение всего того, что можно видеть из комнаты, глядя в просверленное отверстие. Дома, деревья, животные, люди отобразятся на экране в натуральных цветах, но в перевернутом виде: дома — вниз крышей, люди и животные — вниз головой, и т. п.

Что доказывает этот опыт? Что свет распространяется по *прямым линиям*: лучи от верхней части предмета и лучи от нижней его части перекрещиваются в отверстии ставень и идут далее так, что первые лучи оказываются внизу, а вторые — вверху. Если бы лучи света были не прямые, а искривлялись бы или изламывались, получилось бы нечто совсем иное.

Замечательно, что форма отверстия в ставнях совершенно не влияет на получаемые изображения. Просверлите ли вы круглую дырочку, или проделаете квадратное, треугольное, шестиугольное и т. п. отверстия, — изображение получается на экране одинаковое. Случалось ли вам наблюдать на земле под густым деревом овальные светлые кружочки? Это не что иное, как изображение

солнца, нарисованное лучами, которые проходят через разнообразные промежутки между листьями. Они кругловатые, потому что солнце круглое, — и вытянутые, потому что падают на землю косо; подставьте лист бумаги под прямым углом к лучам солнца, вы получите на нем совершенно круглые пятна. А во время солнечного затмения, когда темный шар луны надвигается на солнце, заслоняя его, — тогда круглые пятна под деревьями превращаются в маленькие серпы.

Тот аппарат, которым работают фотографы, есть не что иное, как такая же «камера-обскура», но только в отверстие ее вставлено увеличительное стекло, отчего изображение получается более яркое и отчетливое. В заднюю стенку вставляется в такой камере матовое стекло, на котором и получаются изображения — конечно, вниз головой; фотограф может рассматривать его, только накрывши камеру и себя темной материей, чтобы посторонний свет не мешал глазам¹.

Некоторое подобие такой фотографической камеры вы можете смастерить сами. Раздобудьте удлиненный закрытый ящик и просверлите в одной его стенке дырочку; вырежьте стенку против просверленного отверстия и натяните вместо нее промасленную бумагу: она будет заменять матовое стекло. Поместив ваш ящик в темную комнату и приставив его дырочкой к отверстию в ставне, вы увидите на задней стенке довольно отчетливое изображение наружного мира, — опять, конечно, в перевернутом виде.

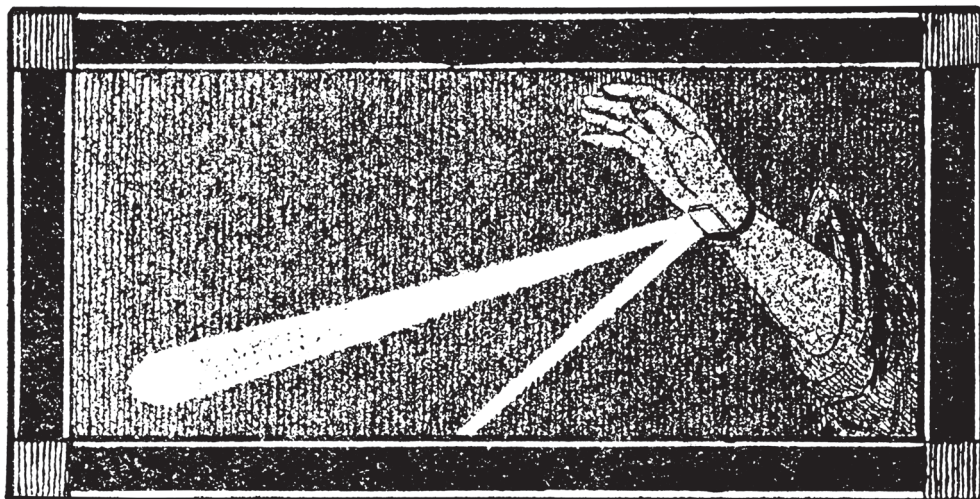
Удобство вашей камеры в том, что, имея ее, вы уже не нуждаетесь в темной комнате, а можете вынести ее на открытое место и поставить куда угодно. Вам понадобится только покрывать свою голову темной материей, чтобы посторонний свет не мешал вам различать получающиеся на промасленной бумаге изображения.

23. Биение пульса

Вы заметили, конечно, как врачи считают у больного удары пульса: они нащупывают пальцами артерию, залегающую неглубоко под кожей близ запястья руки. Но можно устроить и так, чтобы следить за биением пульса — своего или чужого — не ошупью, а непосредственно глазом. Физика поможет вам в этом.

Лучше всего воспользоваться тою темною комнатой, о которой мы сейчас говорили. Указателем пульса будет тонкий пучок световых лучей, проникающий извне в темную комнату через маленькое отверстие. На пути этого светового пучка вы помещаете маленькое зеркальце (полоску, обломок), прижатое резиновым шнурком к вашему запястью. Лучи отразятся от зеркала, и вам нетрудно будет, пробуя поворачивать руку в разные стороны, найти для нее такое положение, при котором луч, отраженный от зеркальца, ударит в потолок. На поверхности потолка появится тогда яркое белое пятно, — то, что

¹ Я. П. описывает типичный фотоаппарат 1920–30-х гг. (*Прим. ред.*)



принято называть световым «зайчиком». Следите за ним; вы убедитесь, что он все время попеременно движется туда и назад, колеблясь около некоторой средней точки. Эти беспокойные колебания светового «зайчика» — не что иное, как отражение вашего пульса: с каждым ударом пульса «зайчик» отходит в сторону и возвращается обратно, чтобы при следующем ударе повторить то же движение.

Нетрудно догадаться, почему «зайчик» пляшет в такт с вашим пульсом. Удары пульса колеблют зеркальце, привязанное к руке, а каждый хотя бы самый легкий поворот зеркальца, едва заметный для глаз, изменяет путь отраженного луча и направляет его в другое место потолка, — оттого «зайчик» и перемещается. Чем выше потолок, тем длиннее путь от зеркальца к потолку — и тем больше размахи пляшущего «зайчика».

Этим простым способом усиливать слабые движения при помощи зеркала и светового луча пользуются часто ученые для изучения таких движений, за которыми непосредственно уследить очень трудно.

ОБМАНЫ ЗРЕНИЯ

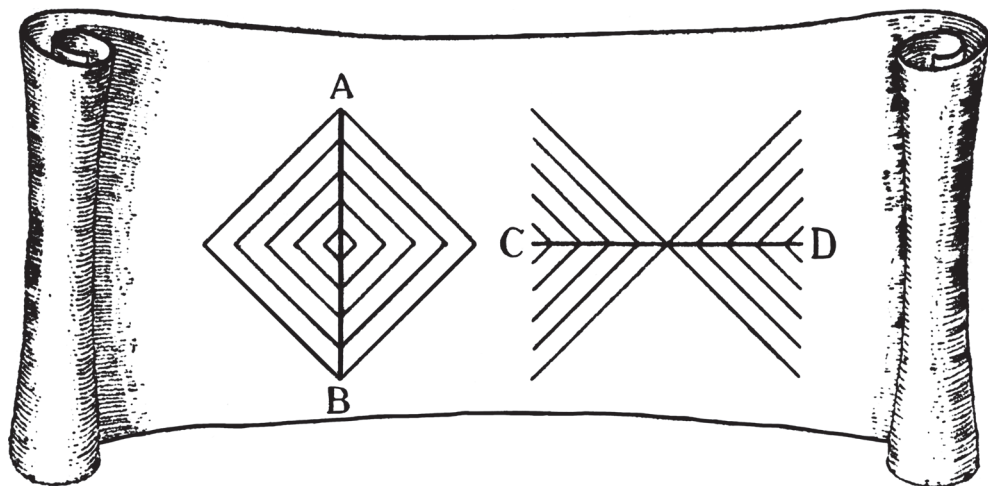
24. Что длиннее?

На приложенном здесь рисунке вы легко различите две главные линии: AB и CD , по сторонам которых проведен ряд косых линий. Если вас спросят, какая линия длиннее, AB или CD , — вы без колебания ответите:

— Линия CD длиннее, чем AB .

Но вооружитесь полоской бумаги и карандашом и сравните длину CD с длиной AB . Окажется, вопреки очевидности, — что обе линии одинаковой длины!

Но даже и после того, как вы уже узнали, что прямые AB и CD равны, они продолжают вам казаться неравными. Поверните книгу, чтобы прямая AB шла справа налево, а CD к вам, — все-таки они будут казаться неравными.



Причина зрительного обмана кроется не в направлениях сравниваемых линий, а в тех косых линиях, которые к ним примыкают: возле прямой AB они сходятся, а возле CD — расходятся.

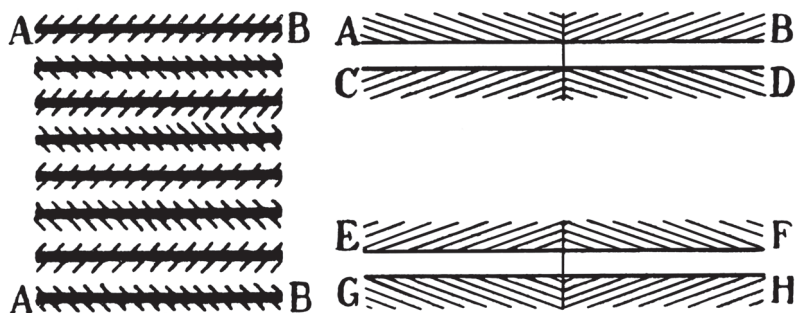
Вот один из примеров того, что принято называть «обманом зрения», или «иллюзией зрения». Таких обманов зрения существует очень много, и мы становимся их жертвами гораздо чаще, чем думает большинство людей. Если бы все люди знали, как обманчиво бывает подчас свидетельство их глаз, они не восклицали бы с такой уверенностью: «Я видел это *собственными глазами*». Вследствие обманов зрения можно собственными глазами видеть... совсем не то, что есть в действительности.

25. Вкривь и вкось

Другого рода зрительный обман подстерегает вас на левом рисунке этой страницы. Рассмотрите внимательно эту фигуру, поверните чертеж в одну, в другую сторону — словом, исследуйте его возможно тщательнее и тогда ответьте на вопрос:

— В какую сторону сходятся черные пересеченные линии AB — в правую или в левую?

Заранее могу предвидеть ваш ответ: первая и вторая линии сходятся в правую сторону; вторая и третья сходятся влево; 3-я и 4-я снова вправо и т. д. Последняя пара линий сходятся вправо.



Не правда ли, ведь вы так ответили бы?

А теперь я скажу вам, как обстоит на самом деле. На самом деле линии AB сходятся не вправо, не влево, а вовсе не сходятся: они *параллельны*. Если вы этому не верите, — а такое недоверие вполне естественно, потому что сейчас сказанное самым резким образом противоречит «очевидности», — то поднимите книгу на уровень глаз и посмотрите на линии AB так, чтобы взгляд ваш скользил вдоль их. Вы отчетливо увидите при этом, что все пересеченные линии не сходятся и не расходятся, а параллельны между собой.

Еще удивительнее правый чертеж того же рисунка. Линии AB и CD пред-

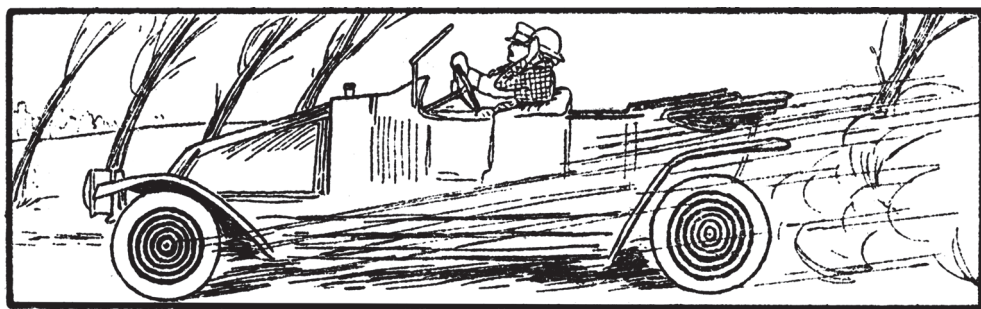
ставляются изогнутыми и обращенными вогнутыми сторонами друг к другу. Линии EF и GH тоже изогнуты, но обращены одна к другой своими выпуклыми сторонами. Это «очевидно». Но посмотрите на наши линии так, как было описано выше, чтобы взгляд скользил вдоль них, — и перед вами будут совершенно прямые, как рельсы, параллельные прямые!

Вы понимаете теперь, какой ненадежный свидетель наш глаз: он зачастую коверкает вкривь и вкось то, что видит, искажая самые ясные очертания. И если мы не хотим попадать впросак от излишней доверчивости к тому, что «очевидно», — нам необходимо всегда проверять показания зрения свидетельствами других наших чувств, — главным образом, конечно, осязания.

26. Вращающиеся круги

Здесь, на рисунке, влево внизу, вы видите черные круги, охватывающие друг друга и описанные около одного и того же центра. Кстати заметим, что такие круги часто называют параллельными на том основании, что круги каждой пары на всем протяжении одинаково отстоят друг от друга. Если хотите назвать их правильно, как математик, вы должны употребить слово: «концентрические» круги.

Итак, перед вами несколько концентрических кругов, с которыми нам предстоит проделать поучительный опыт. Возьмите книгу в руки и, глядя все время на эти круги (лучше направить взгляд не в самый их центр, а в какую-нибудь боковую точку), *вращайте медленно книгу*. Что произойдет при этом с кругами? Нечто непредвиденное: вам покажется, что круги тоже вертятся на бумаге в ту сторону, куда вы вращаете книгу, т. е. что они словно освободились от бумаги, на которой начерчены, и свободно вращаются — с такою же



скоростью, как и книга. Ускорьте вращение книги — ускорится и вращение ваших кругов; остановите книгу — вращение кругов сразу прекратится. Вращайте книгу попеременно туда и назад — круги будут повторять это движение.

Еще заметнее это загадочное свойство кругов на правой фигуре, где начерчено сразу 6 групп таких кругов. Если эту фигуру плавно поворачивать, как мы делали раньше, то все шесть групп кружков начинают в наших глазах вращаться, каждая вокруг своего центра. Вращение книги происходит вокруг одной точки, вращение же наших кругов — около шести различных точек.

Теперь вы уже заранее можете сказать, что произойдет с колесами автомобиля, изображенного здесь на рисунке, если мы будем рассматривать его, вращая при этом книгу: колеса завертятся, каждое около своей оси, словно автомобиль в мокрую погоду «буксует» на месте на гладкой мостовой.

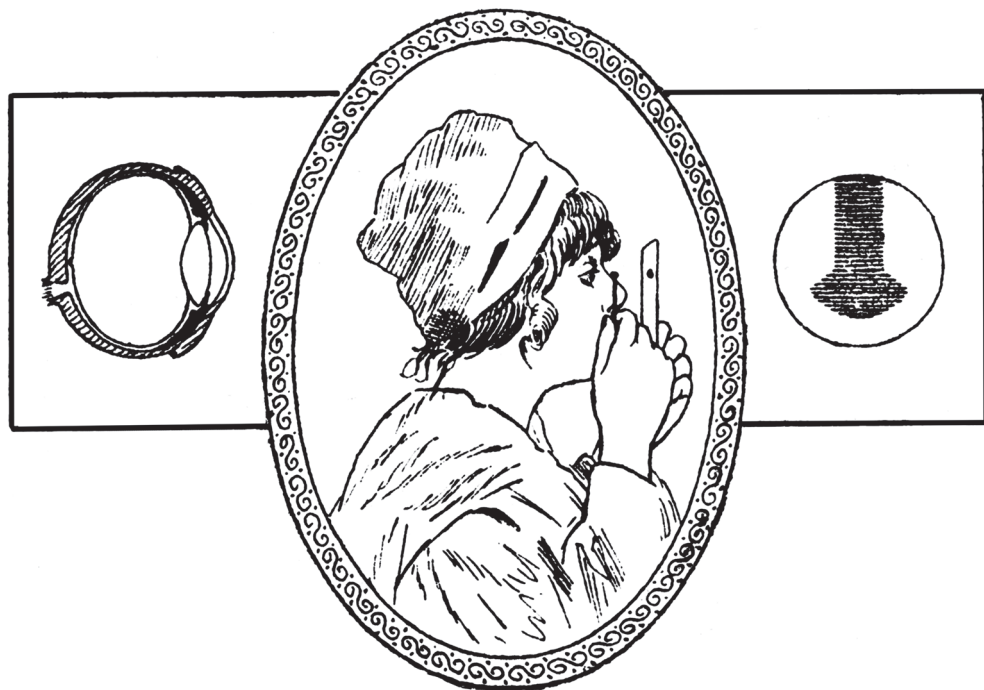
Значит, глаз может обманывать нас не только относительно *величины* линий и их *направления*, как мы убедились в предыдущих опытах, — но и относительно их *движения*; он может свидетельствовать о таком перемещении предметов, какого они в действительности вовсе не совершают. Впрочем, это для вас, конечно, не ново:

Ведь каждый день пред нами солнце ходит, —
Однако ж прав упрямый Галилей.

27. Перевернутая булавка

Мы беседовали раньше (опыт 22) о камере-обскуре, объясняли, как ее самому сделать, но не сообщили интересной вещи: что каждый человек всегда носит при себе пару маленьких камер-обскур. Это — наши глаза. Глаз устроен совершенно наподобие того ящика, который мы предлагали читателю изготовить. То, что называют «зрачком» глаза, есть не черный кружок на глазу, а *отверстие*, ведущее в темную внутренность нашего органа зрения. Отверстие это обтянуто снаружи прозрачной оболочкой и прикрыто студенистым, также прозрачным веществом под ней; позади зрачка к нему прилегает прозрачный «хрусталик», имеющий форму двояковыпуклого стекла; а вся внутренность глаза, позади хрусталика до задней стенки, на которой рисуется изображение внешних предметов — заполнено прозрачным веществом (вид нашего глаза в разрезе изображен здесь на рисунке слева). Но все это не мешает глазу оставаться камерой-обскурой, только несколько усовершенствованной, так как в глазу получаются более яркие и отчетливые изображения. Кстати, изображения эти на дне глаза очень мелки; например, 4-саженный телеграфный столб, который мы видим в расстоянии 10 саженей от нас, рисуется на дне глаз в виде тончайшей черточки примерно в полсантиметра длиной...

Но самое интересное здесь то, что хотя все изображения получаются в глазу, как и в камере-обсуре, *перевернутыми*, мы все же видим предметы



в *прямом* виде. Происходит это переверачивание просто в силу долголетней привычки: мы привыкли пользоваться своими глазами так, что переверачиваем каждый полученный зрительный образ, приводим его в естественное положение.

Что сказанное действительно происходит, вы можете проверить на опыте. Постараемся устроить так, чтобы на дне глаза получилось не перевернутое, а *прямое* изображение предмета. Что мы тогда увидим? Так как мы привыкли переверачивать все зрительные образы, то мы на этот раз должны увидеть не прямое, а перевернутое изображение. Это и наблюдается в самом деле, и следующий опыт убедит вас в этом.

Проколите булавкой отверстие в почтовой карточке и держите ее против окна или лампы примерно сантиметрах в 10 от правого глаза, закрыв левый глаз. А сантиметрах в двух от глаза, впереди карточки, держите булавку так, чтобы ее головка приходилась против дырочки. При таком расположении предметов вы увидите булавку, словно помещенную *позади* отверстия, а главное — в *перевернутом* виде. На нашем рисунке справа показан этот необычайный вид. Двиньте булавку немного *вправо* — глаз ваш увидит, что она двинулась *влево*.

Происходит это оттого, что в данном случае булавка на дне глаза рисуется не в перевернутом виде, а в *прямом*. Отверстие в карточке играет здесь роль источника света, отбрасывающего тень от булавки. Тень эта падает на зрачок, и изображение ее не переверачивается, так как она чересчур близка к зрач-

ку и хрусталику. На задней стенке глаза получается светлый кружок — изображение отверстия в карточке, а на нем темные очертания булавки, ее тень, в *прямом* виде. Нам же кажется, что мы, через отверстие карточки, видим булавку *позади* нее (так как видна только та часть булавки, которая помещается в отверстии) и притом в перевернутом виде, потому что мы по укоренившейся привычке, бессознательно переворачиваем все получаемые зрительные впечатления.

28. Странные портреты

Здесь приложены портреты Шекспира и Пушкина, исполненные довольно необычно: что должно быть светлым, изображено черным, и наоборот, все тени — светлые.

Нельзя сказать, чтобы подобное извращенное изображение красило портреты; вы, я думаю, предпочли бы рисунки с естественным распределением света и теней. Ну что ж, ваше желание нетрудно исполнить. Смотрите, не сводя глаз, на один из этих портретов, устремив взгляд в какую-нибудь точку близ середины портрета. Считайте при этом примерно до 80-ти и затем быстро перенесите взгляд на белый потолок или стену: вы увидите там — правда, всего на мгновение — больших размеров портрет, в котором распределение света и тени будет уже вполне правильным, т. е. противоположным тому, что изображено на наших портретах.



Причина этого интересного явления кроется в том, что оболочка, выстилающая заднюю стенку нашего глаза и воспринимающая изображения наружных предметов, *утомляется* от действия на нее света; однако те участки этой оболочки, на которые приходятся темные части изображения, не утомляются (потому что черный свет есть *отсутствие* света). Когда взгляд после рассматривания нашего портрета переносится на светлую стену, то утомленные участки глазного дна, где раньше действовал свет, не воспринимают ничего, они отдыхают; между тем неутомленные участки, соответствовавшие черным местам портрета, воспринимают белую поверхность хорошо. Оттого-то вы



и видите, пока глаз не отдохнул — прежнюю картину, но с обратным распределением черных и белых пятен.

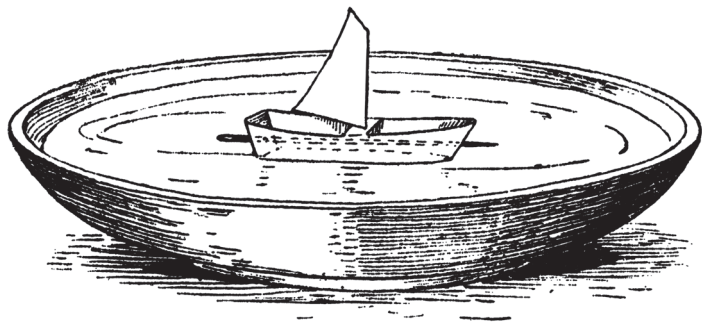
Если у вас есть цветные карандаши или краски, вы можете сделать опыт еще интереснее. Нарисуйте какую-нибудь фигурку, например, синего цвета. Рассматривая эту фигуру или надпись, как в предыдущем случае, и затем быстро перенося взор на потолок, вы увидите на нем ту же фигуру или надпись, но уже не синего, а *желтого* цвета! Вообще это изображение будет окрашено в цвет, «дополнительный» к цвету вашего рисунка (что такое «дополнительный цвет» — было уже объяснено раньше, на 217-й странице).

29. Магнитная игла

Вы уже умеете заставить иглу плавать на поверхности воды, — об этом было сказано в опыте 9-м. Теперь воспользуйтесь своим искусством для нового, гораздо более интересного опыта. Раздобудьте магнит, хотя бы самый маленький подковообразный магнит из тех, которые до войны¹ дешево продавались в каждом игрушечном магазине. Если приблизите магнит к блюдцу с плавающей в ней иглой, то иголка послушно подплывет к соответствующему краю блюда. Она будет заметно проворнее делать это, если, прежде чем положить ее на воду, вы проведете по ней несколько раз магнитом (проводить надо непременно одним концом магнита и притом в одном направлении, а не туда и обратно!) От этого иголка сама становится магнитом, намагничивается, и потому теперь подплывает даже и к простому, немагнитному железному предмету.

Над магнитной иглой вы сможете сделать много любопытных наблюдений. Предоставьте ее самой себе, не привлекая к краю блюда железом или магнитом. Она займет на воде определенное направление, именно с севера на юг, как стрелка компаса. Поверните блюдо — игла по-прежнему будет указывать одним концом на север, другим — на юг. Приблизьте к одному концу один конец («полюс») магнита — и вы увидите, что игла вовсе не обязательно притянется к нему именно этим концом; она может и отвернуться от него, чтобы приблизить свой противоположный конец. Здесь перед нами случай

¹ Я. П. имеет в виду Первую мировую войну 1914–1918 гг. (Прим. ред.)



взаимодействия двух магнитов; и правило этого взаимодействия гласит, что концы разноименные (северный одного магнита и южный другого) притягиваются, а одноименные (оба северные или оба южные) — отталкиваются.

Изучив особенности движений намагниченной иглы, устройте маленький бумажный кораблик, в складки которого запрячьте вашу иглу. Вы можете изумлять непосвященных товарищей тем, что станете управлять движениями кораблика, не прикасаясь к нему: он будет слушать мановения вашей руки, — если, разумеется, в руке у вас спрятан магнит, о котором зрители не подозревают.

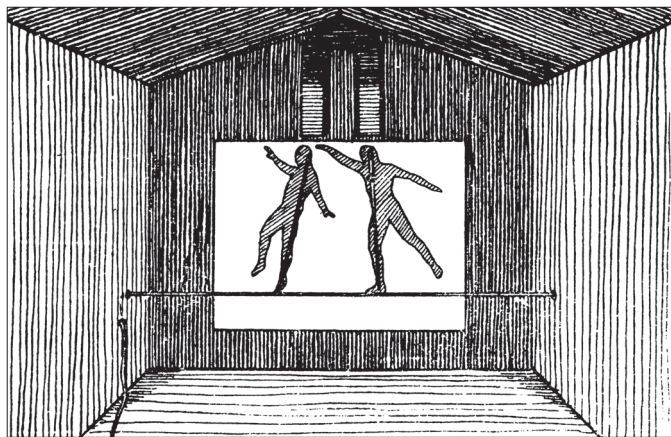
30. Магнитный театр

Вернее, не театр, а цирк, так как в нем показываются канатные плясуны, — разумеется, вырезанные из бумаги.

Прежде всего вам придется соорудить из картона самое здание цирка. В нем натяните внизу проволоку. Над «сценой» укрепите подковообразный магнит (см. рисунок).

Теперь займитесь «артистами». Их вырезают из бумаги и дают им самые разнообразные позы, соответственно их артистическим амплуа, с тем непременным условием, чтобы длина их равнялась длине иголки, подклеенной сзади них, вдоль фигуры; подклеить же ее можно с помощью 2—3 капель сургуча.

Если такую фигуру поставить на «канат», то она не только не упадет, но останется в вертикальном положении, притягиваемая магнитом. Слегка дергая проволоку, вы заставите своих канатных плясунов слегка покачиваться, подпрыгивать, не теряя равновесие.



ЭЛЕКТРИЧЕСКОЕ ПРИТЯЖЕНИЕ

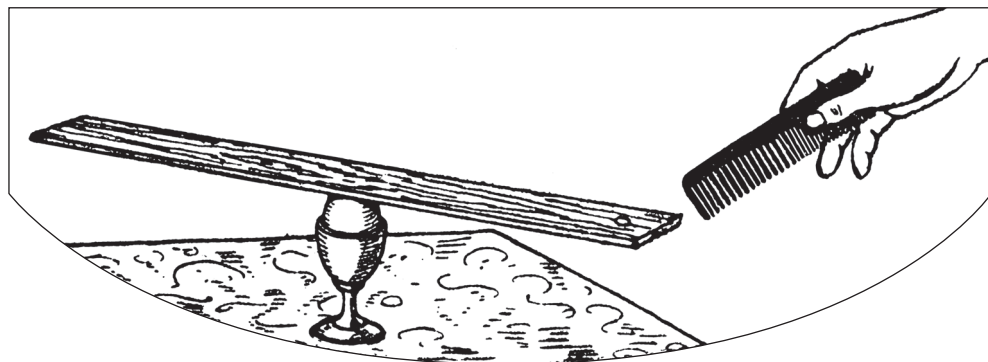
Если даже вы еще ничего не знаете из науки об электричестве, не знакомы даже с первыми буквами ее азбуки, — вы и в таком случае можете проделать ряд простейших электрических опытов, более или менее занимательных, более или менее любопытных, и во всяком случае — полезных для вашего будущего знакомства с этой удивительной силой природы.

Лучшее место и время для наших электрических опытов — это хорошо натопленная комната в морозную зиму. Дело в том, что опыты этого рода хорошо удаются только в сухом воздухе, а нагретый воздух зимою гораздо суше, чем летом при такой же температуре...

31. Наэлектризованный гребень

Итак, перейдем к опытам. Вам приходилось, конечно, проводить гуттаперчевым¹ гребнем по сухим (*вполне сухим*) волосам. Если вы делали это в натопленной комнате и при полной тишине, то могли слышать легкое потрескивание, издаваемое гребнем при расчесывании. Ваш *гребень электризовался от трения о во-*

¹ Или просто пластмассовым. (Прим. ред.)

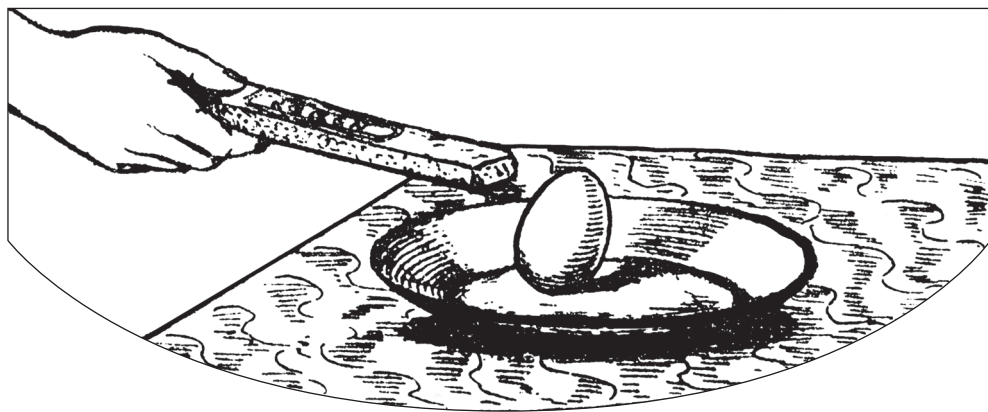


лосы. С таким наэлектризованным гребнем можно произвести ряд опытов, и я сейчас опишу их. Но прежде замечу еще, что в благоприятную для наших опытов погоду вы легко можете наэлектризовать свою собственную руку, если она совершенно суха. Как? Погладив кошку: вы услышите при этом тоже сухое потрескивание, а в темноте увидите даже искры. Все это, конечно, совершенно безопасные явления, которые не причиняют ни малейшего вреда ни вам, ни животному.

Гуттаперчевый гребень можно наэлектризовать и не только о волосы: если потереть его о сухую шерстяную ткань (кусок фланели), он также приобретает электрические свойства, даже еще в большей степени. Проявляются же свойства эти весьма разнообразно и прежде всего в притяжении легких тел. Подносите натертый гребень к обрезкам бумаги, к мякине, к шарiku из бузиновой сердцевины и т. п. — все эти мелкие предметы поднимутся и пристанут к гребешку. Сделайте из легкой бумаги крошечные кораблики и пустите их на воду: с помощью наэлектризованного гребня вы сможете управлять движениями вашей бумажной флотилии, как фокусник своим «волшебным» жезлом». Можно обставить опыт еще эффектнее: в бокальчик (сухой!) для яиц положите яйцо, а на нем уравновесьте горизонтально довольно длинную линейку. Такая линейка при приближении наэлектризованного гребня к одному из ее концов довольно проворно поворачивается. Вы можете заставить ее послушно следовать за вашей рукой, вооруженной гребнем — двигаться в ту или другую сторону, или даже вращаться кругом. Своего рода волшебство: двигать вещи, не дотрагиваясь до них.

32. Послушное яйцо

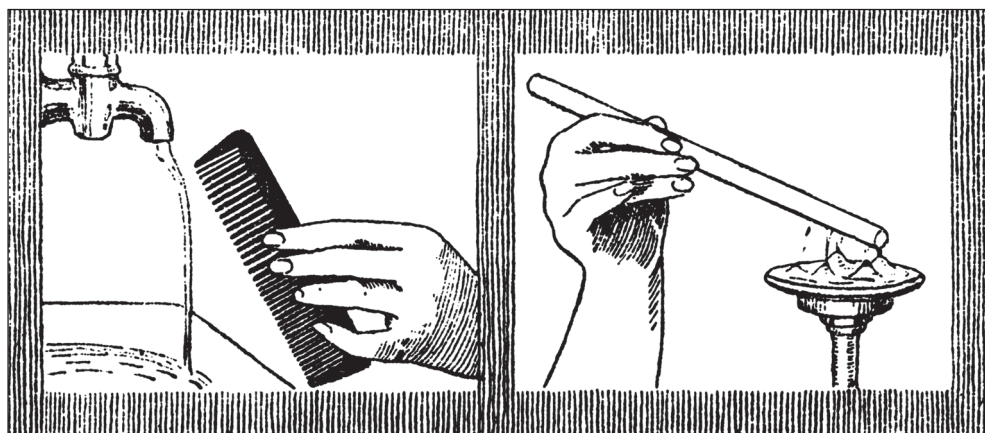
Таким же волшебным свойством вы можете наделить не только гуттаперчевый гребень, но и другие предметы. Палочка сургуча, потертая о фланель — или о рукав вашего платья, если оно шерстяное, — обнаружит не в менее сильной степени те же свойства. Электризуется также стеклянная трубка или палочка, если ее натирать шелком; но опыт со стеклом удастся лишь в весьма сухом воздухе, если, к тому же, и шелк и стекло, для сухости, хорошо прогреты.



Вот еще забавный опыт с электрическим притяжением. Выпустите через маленькое отверстие содержащее куриного яйца — для этого лучше выдувать его содержимое через другое отверстие, на противоположном конце. Получив пустую скорлупу (отверстия залепляют воском), вы кладете ее на гладкий стол, на доску или на большое блюдо и с помощью наэлектризованной палочки заставляете это пустое яйцо послушно перекатываться вслед за нею. На постороннего наблюдателя, не знающего, что яйцо пустое, опыт этот (придуманый знаменитым Фарадеем) производит озадачивающее впечатление. Бумажное кольцо или легкий шарик также следуют за наэлектризованной палочкой.

33. Притяжение жидкостей

Притягиваются к наэлектризованным вещам не только твердые предметы, но и жидкости. Нет ничего легче, как обнаружить электрическое притяжение, например, водяной струи: гребень, проведенный по волосам, приблизьте к тонкой струе воды, вытекающей из водопроводного крана — струя заметно изогнется по направлению к гребню. Гребень нужно держать недалеко от начала струи, сантиметрах в двух от нее. Если струя тонка, она настолько чувствительна, что опыт удастся во всякую погоду.



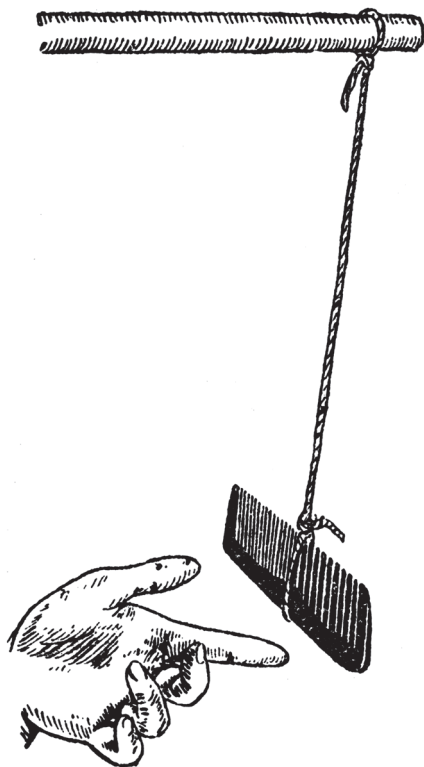
Вот старинный опыт с притяжением жидкости, описанный Тиндалем¹. «Налейте в маленькое часовое стеклышко или чашечку для краски какого-нибудь растительного масла так, чтобы эта жидкость образовала выпуклую поверхность, немного выдающуюся над краем сосуда. Если держать над такою поверхностью сильно наэлектризованную стеклянную трубку, то на масле образуется несколько выступов, и каждый из них дает струю брызг по направлению к палочке».

¹ В превосходной книжечке «Уроки по электричеству», которую горячо советую прочесть юным любителям физики. Она имеется в русском переводе.

34. Взаимодействие

Механика учит, что одностороннего притяжения — и вообще одностороннего действия — быть не может: всякое действие есть *взаимодействие*. Значит, если наэлектризованная палочка притягивает разные предметы, то она и сама притягивается к ним. Чтобы убедиться в существовании этого притяжения, нужно только сообщить гребню или палочке подвижность, например, подвесив ее на нитяной петле (лучше, если нить *шелковая*). Тогда легко обнаружить, что всякий ненаэлектризованный предмет — хотя бы ваша рука — притягивает гребень, заставляет его поворачиваться и т. п.

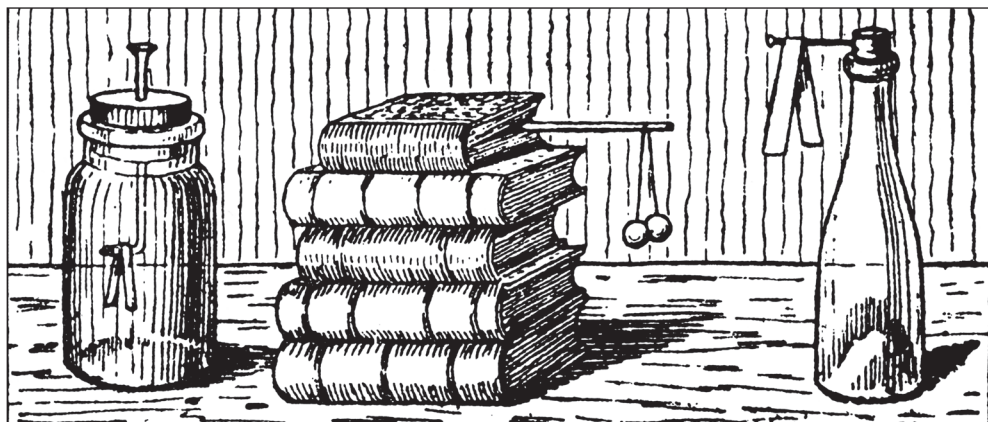
Это, повторяем, общий закон природы, проявляющийся всегда и всюду: всякое действие есть взаимодействие *двух* тел, действующих друг на друга в противоположном направлении. Действия одностороннего, не сопровождающегося противодействием того тела, на которое действие обращено — никогда в природе не бывает.



35. Электрическое отталкивание

Возвратимся к сейчас описанному опыту с подвешенным наэлектризованным гребнем. Мы видели, что он притягивается всяким ненаэлектризованным телом. Интересно испытать, как действует на него другой, тоже наэлектризованный предмет. Опыт убедит вас, что это взаимное действие двух наэлектризованных тел может быть различно. Если вы приблизите к наэлектризованному гребню наэлектризованную *стеклянную* палочку, то оба предмета будут *притягивать* друг друга с заметною силою. Но если приблизите к гребню наэлектризованную *сургучную* палочку или другой гребень, — то взаимодействие проявится в форме *отталкивания*.

Физический закон, охватывающий интересующие нас явления, гласит: электричества разноименные притягиваются, одноименные — отталкиваются. Одноименными будут электричества гуттаперчи или сургуча (так называемое «смоляное», или отрицательное); разноименными — электричество смоляное и электричество стекла, т. е. «стеклянное» (положительное). Старинные названия — «смоляное» и «стеклянное» электричества — теперь уже не употре-



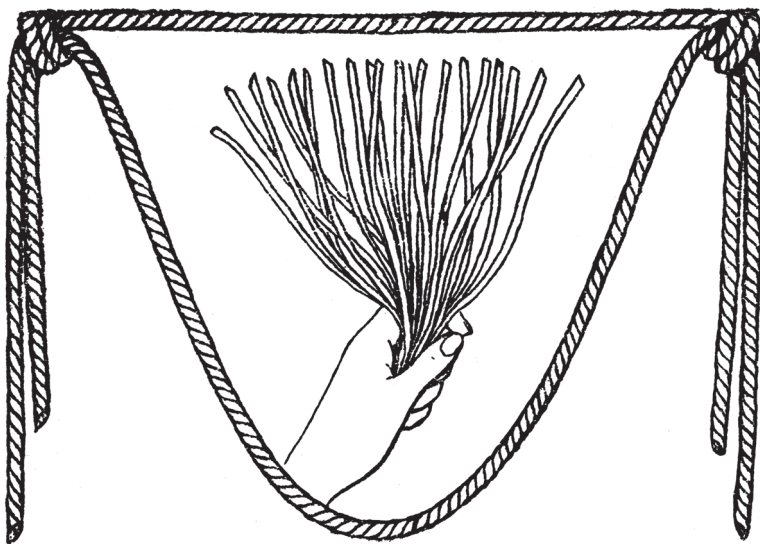
бляется и совершенно вытеснены названиями «отрицательное» и «положительное» электричества.

На отталкивании одноименно наэлектризованных тел основано устройство простого прибора для обнаружения электричества, — так называемого «электроскопа» (слово «скоп» происходит от греческого слова, означающего «показывать»; по тому же образцу составлены слова: *телескоп*, *микроскоп* и др.). Вы сами можете устроить этот несложный прибор (см. рис., налево). Через середину картонного кружка или пробки, могущих прикрыть отверстие банки, продевают стержень; часть его должна выступать наружу; к концу стержня приклеивают *воском* две полоски сусального золота, фольги или папиросной бумаги. Затем втыкают пробку в горлышко или прикрывают его картонным кружком, залив края сургучом, — и электроскоп готов к употреблению. Если теперь к выступающему концу стержня вы поднесете наэлектризованное тело, то электролизация сообщится и обеим полоскам золота; они наэлектризуются *одноименно* и потому разойдутся вследствие взаимного отталкивания; расхождение листочков, более или менее продолжительное, и является несомненным признаком того, что предмет, которым прикоснулись к стержню электроскопа, был наэлектризован.

Если вам не дается искусство мастерить, вы можете устроить электроскоп еще проще; он будет не так удобен и чувствителен, но все же пригоден к употреблению. Подвесьте к деревянной палочке на ниточках два шарика из бузиновой сердцевин¹ так, чтобы, свешиваясь, они соприкасались. Вот и электроскоп: прикоснувшись к одному шарiku испытываем предметом, вы заметите, что другой шарик отклонится в сторону, если предмет был наэлектризован.

Наконец, на рисунке вы видите еще один тип упрощенного электроскопа: на булавку, воткнутую в пробку, навешана согнутая посередине полоска фольги. Дотрагиваясь наэлектризованным предметом до булавки, вы вызовете расхождение обеих половин согнутой полоски.

¹ В наши дни шарик из бузиновой сердцевин (главное достоинство которого — легкость) проще заменить пенопластовым шариком. (*Прим. ред.*)



36. Наэлектризованная газета

Приложите к нагретой изразцовой печке (или положите на поверхность достаточно остывшей кухонной плиты) газетный лист и натрите крепко несколько раз обыкновенной платяной щеткой. Газета пристанет к печке, и когда вы будете ее отдирать, то услышите легкое потрескивание — признак того, что газетный лист наэлектризован. Если опыт производится в темноте, вы увидите при этом фиолетовые электрические искры. А приблизив к краю листа палец, ключ или иной металлический предмет, вы извлечете из газеты довольно длинные — до дюйма — искры. Чем больше газетный лист, тем более длинные искры вы можете из него извлечь и тем чувствительнее тот, во всяком случае безвредный, легкий укол, который вы при этом почувствуете, если будете извлекать искры непосредственно пальцем.

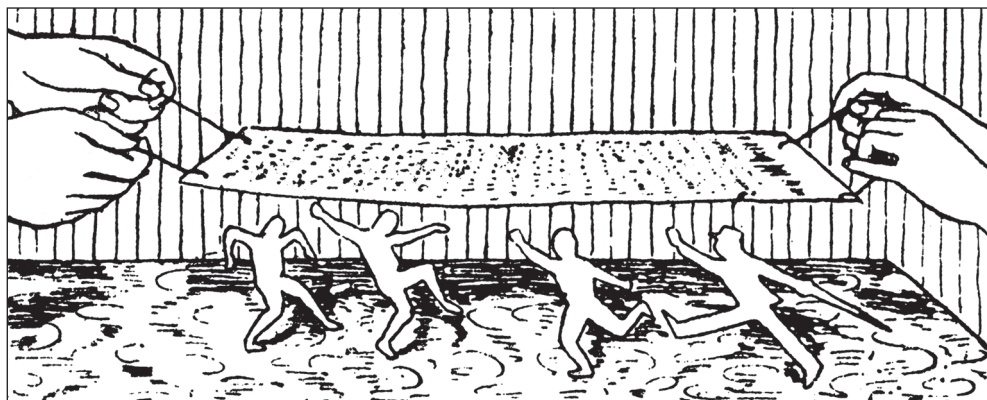
Опыт этот можно произвести и иначе: лист только нагреть (вернее — высушить) у печки, а растирать его на сухом деревянном столе.

Чтобы наэлектризованная газета сохраняла свои электрические свойства, а не утрачивала их при прикосновении к ней руками, нужно брать ее не прямо пальцами, а за *шелковые* шнурки или ленточки, привязанные к ее краям.

Если подобным же образом вы натрете не газету, а пучок бумажных лент, то, подняв пучок за один — связанный — конец, вы увидите, как свободные концы разойдутся врозь, словно сноп или султан, расталкиваемые наэлектризовавшим их одноименным электричеством.

37. Электрическая пляска

С помощью газетного листа, наэлектризованного описанным сейчас способом, можно проделать следующий красивый опыт.

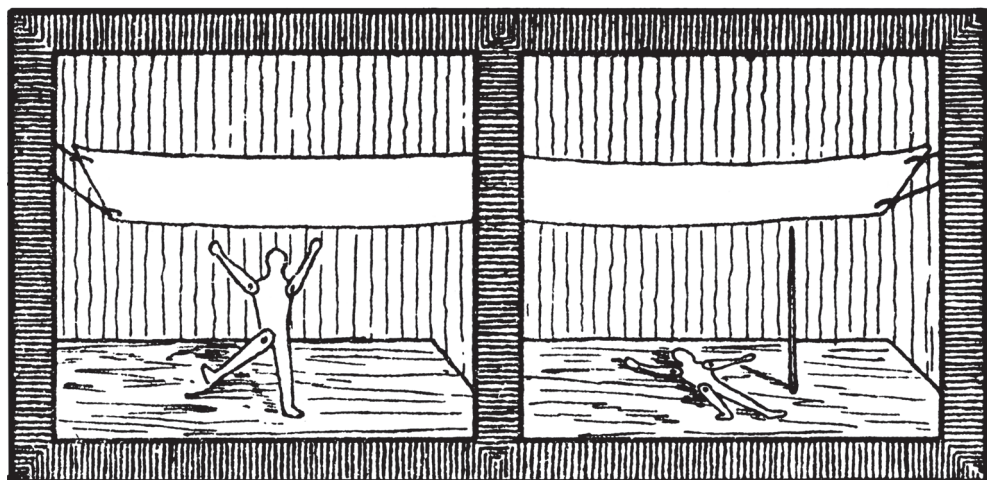


Вырежьте из папиросной бумаги небольшую фигурку бабочки и привяжите ее к нитке. Если вы будете держать над ней за шелковинки наэлектризованный газетный лист, то бабочка притянется к нему и начнет как бы парить в воздухе, удерживаемая, как воздушный шар на привязи, привязанной к ней ниткой.

Вот еще опыт с наэлектризованной газетой. Вырежьте из бумаги несколько фигурок и к ноге каждой привяжите по крупной бисеринке, достаточно тяжелой, чтобы своим весом удерживать всю фигурку на месте, когда на нее дуют. Если теперь будете водить наэлектризованной бумагой над этими фигурками, то последние, притягиваемые бумагой и удерживаемые бисеринками, будут исполнять довольно забавный танец — нечто подобное тому, что изображено на нашем рисунке.

38. Громоотвод

При помощи наэлектризованного листа бумаги можно наглядно показать защитительное действие громоотвода. Роль грозового облака будет играть



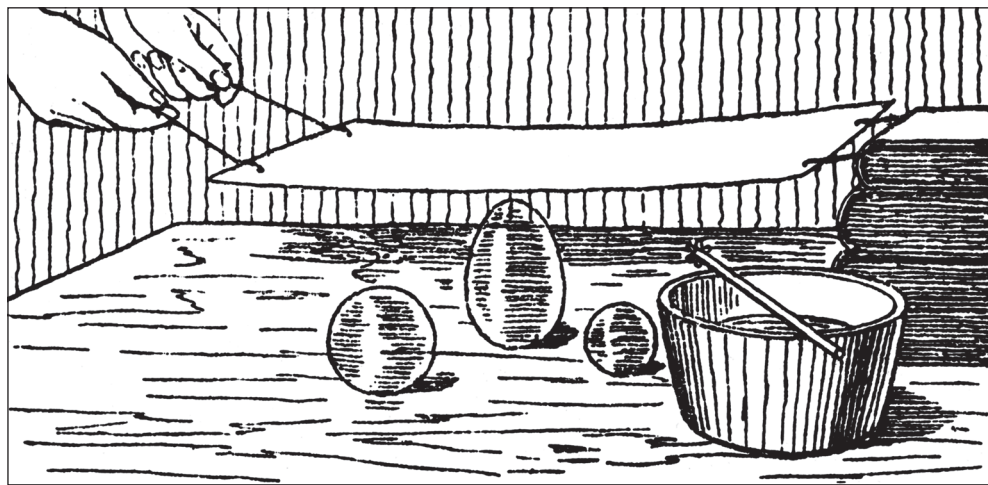
опять-таки наэлектризованная газетная бумага. Роль жертвы исполнит игрушечный паяц, изготовленный из легкой бумаги. Роль громоотвода — воткнутая возле паяца большая игла.

Сначала сделайте опыт без громоотвода. Пусть «грозовая туча» проносится над лежащим паяцем: фигурка встанет торчком, вытянув руки вверх. Дотроньтесь пальцем до бумажной «грозовой тучи»: она утратит свои электрические свойства, «разрядится», — а бедный паяц безжизненно упадет на стол. Он испытал так называемый «возвратный удар».

Теперь сделайте тот же опыт над паяцем, защищенным «громоотводом». Вы убедитесь, что электричество «тучи» на него совершенно не действует. Игла обезвреживает губительное действие вашего грозового облака.

39. Наэлектризованные мыльные пузыри

Если осторожно бросить на стол, покрытый шерстяной скатертью, мыльный пузырь, то он не лопнет, а некоторое время сохранится в целости. Воспользуйтесь этим для выполнения любопытного электрического опыта. А именно: приблизьте к нему наэлектризованный лист, которым вы пользовались при предыдущих опытах; вы заставите этим пузырь сначала вытянуться, приняв яйцевидную форму, а затем и подскочить к листу.



Если сделать этот опыт с несколькими пузырями сразу, то перед вами разыграется довольно забавная пляска мыльных пузырей.

40. Одна из особенностей электричества

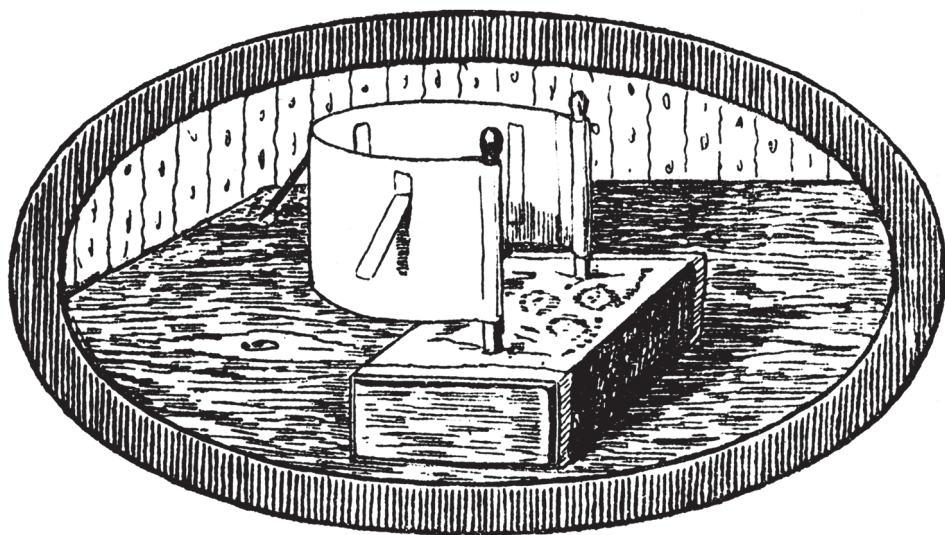
При помощи легко выполнимого самодельного прибора вы можете удостовериться в одной интересной и очень важной особенности электриче-

ства — скапливаться только на *поверхности* предметов и притом лишь на *выпуклых*, выдающихся его частях.

Каплей сургуча приклейте спичку стоймя к спичечной коробке; приготовьте две таких подставки. Затем вырежьте бумажную полосу шириною примерно в спичку и длиною спички в три. Края бумажной полосы заверните трубочкой так, чтобы можно было надевать ее на наши спичечные подставки. К бумажному листу приклейте с каждой стороны по 3—4 узких ленточки из тонкой папиросной бумаги (см. рисунок) и наденьте полосу на спичечные подставки.

Теперь можно делать с нашим прибором опыты. Вытянем бумажную полосу и дотронемся до нее наэлектризованной сургучной палочкой: бумага и все ленточки на ней наэлектризуются одноименно; это обнаружится тем, что ленточки оттопырятся на обеих сторонах бумажной полосы.

Разместите подставки так, чтобы полоса изогнулась дугой, и тогда наэлектризуйте ее: ленточки оттопырятся только на выпуклой стороне полосы, на вогнутой же будут свисать по-прежнему. Это показывает, что электричество собралось лишь на *выпуклой* стороне. Придайте бумажной полосе форму буквы *S* — и вы опять убедитесь, что электричество обнаруживает свое присутствие только на выпуклой части бумаги.

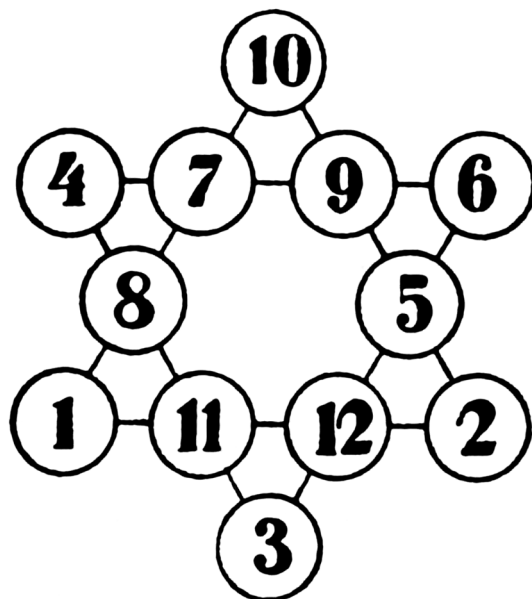


На этом мы покончим наши электрические опыты. Чтобы выполнять их вполне сознательно, необходимо иметь хотя бы самые первоначальные сведения из учения об электричестве¹. Без этого можно только приобрести некоторый запас наблюдений, который пригодится при позднейшем, уже систематическом изучении физики.

¹ Интересующиеся могут приобрести их самостоятельно хотя бы по упомянутой выше общепонятной книжке Тиндаля «Уроки по электричеству».

НАУЧНЫЕ ЗАДАЧИ И РАЗВЛЕЧЕНИЯ

(ГОЛОВОЛОМКИ, ОПЫТЫ, ЗАНЯТИЯ)



Глава I ГОЛОВОЛОМКИ

1. Коварный пенёк

Повстречал крестьянин в лесу незнакомого старика. Разговорились. Старик внимательно оглядел крестьянина и сказал:

— Известен мне в этом лесу пенечек один удивительный. Очень помогает в нужде.

— Как помогает?

— Положишь под него свой кошелёк с деньгами, досчитаешь до ста — и готово: деньги в кошельке удвоились! Такое свойство имеет.

— Вот бы мне пенёк этот испробовать, — мечтательно сказал крестьянин.

— Заплатить надо, — ответил старик.

— Кому платить и много ли?

— Тому, кто дорогу укажет. Это значит мне.

Стали торговаться. Старик, узнав, что у крестьянина в кошельке денег не много, согласился, чтобы после каждого удвоения крестьянин платил ему всего 1 р. 20 к. На том и порешили.

Старик повел крестьянина в глубь леса, долго бродил с ним и, наконец, разыскал среди кустов старый, покрытый мхом пенёк.

Получив от крестьянина кошелёк, он засунул его глубоко между корнями пня. Досчитали до ста. Старик снова стал шарить между корнями, наконец, извлек оттуда кошелёк и подал крестьянину.

Заглянул крестьянин: что за диво — деньги в самом деле удвоились! Заплатил старику обещанные 1 р. 20 к. и попросил вторично засунуть кошелёк под чудодейственный пенёк.

Снова досчитали до ста, снова старик стал возиться между корнями, и снова совершилось диво: деньги удвоились. Старик получил вторично 1 р. 20 к.

Проделили опыт опять. Деньги и на этот раз удвоились, но когда крестьянин уплатил старику 1 р. 20 к., у него в кошельке не осталось больше ни одной копейки.

Удваивать дальше было уже нечего, и крестьянин уныло побрел домой.

Вы догадались, конечно, что волшебные удвоения денег незаметно производились хитрым стариком, когда он шарил под пнем.

Но можете ли вы ответить на другой вопрос: сколько было у крестьянина денег до злополучных опытов с коварным пнем?

2. Циферблат

На рис. 1 показано, как можно было бы разрезать часовой циферблат на три части с одинаковой суммой чисел на каждой части. В самом деле: в одной части мы имеем —

$$XI + XII + I + II = 26,$$

в другой —

$$IX + X + III + IV = 26,$$

и, наконец, в третьей —

$$V + VI + VII + VIII = 26.$$

Задача состоит в том, чтобы разрезать циферблат не на три, а на *четыре* части, также с одинаковой суммой чисел. Как это сделать?

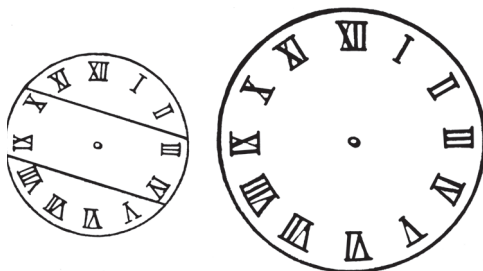


Рис. 1. Разрезка циферблата.

3. От Казани до Астрахани

Расстояние от Казани до Астрахани пароход проходит в 4 суток 8 часов. Обратный путь тот же пароход делает в 6 суток 12 часов. Во сколько времени расстояние между теми же городами проходят плоты?

4. Магические квадраты из домино

Четыре камня домино можно подобрать так, чтобы из их очков составил «магический квадрат», т. е. чтобы сумма очков на каждой его стороне была одна и та же. Образчик такого квадрата представлен на рис. 2: сложив

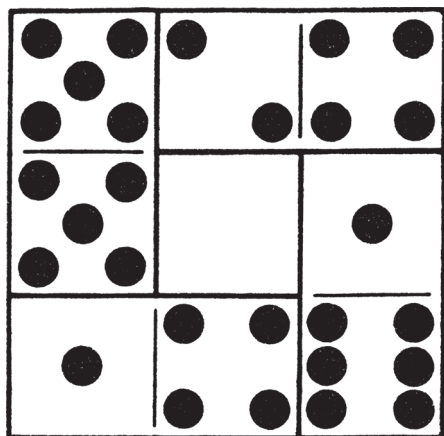


Рис. 2. Магический квадрат из домино.

очки на каждой стороне, вы получите одну и ту же сумму — 11.

Всех камней домино, как известно, 28; из них, значит, можно составить одновременно 7 квадратов.

Постарайтесь же подобрать камни так, чтобы каждый из семи квадратов был «магическим». Не требуется, чтобы у всех квадратов сумма очков на одной стороне получалась одинаковая; надо лишь, чтобы каждый квадрат сам по себе был «магическим».

Задача кропотливая, но безусловно разрешимая, и, терпеливо потрудившись над ней, вы добьетесь успеха.

5. Магическая звезда

Шестиконечная числовая звезда, изображенная на рис. 3, обладает следующим «магическим» свойством: все шесть рядов чисел имеют одну и ту же сумму:

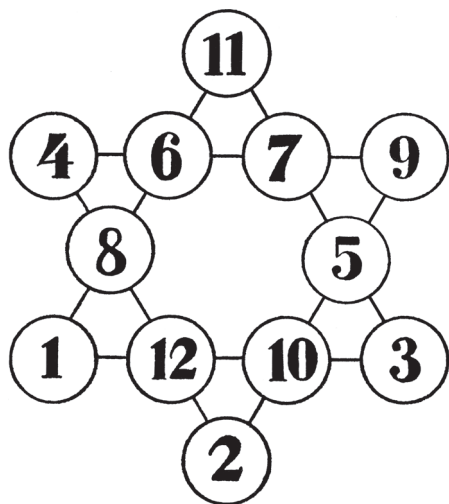


Рис. 3. Магическая звезда.

$$\left. \begin{array}{l} 4 + 6 + 7 + 9 \\ 4 + 8 + 12 + 2 \\ 9 + 5 + 10 + 2 \end{array} \right\} = 26,$$

$$\left. \begin{array}{l} 11 + 6 + 8 + 1 \\ 11 + 7 + 5 + 3 \\ 1 + 12 + 10 + 3 \end{array} \right\} = 26.$$

Однако сумма чисел, расположенных на вершинах звезды, другая:

$$4 + 11 + 9 + 3 + 2 + 1 = 20.$$

Не удастся ли вам усовершенствовать эту звезду, расставив числа в кружках так, чтобы не только прямые ряды их давали

одинаковые суммы (26), но чтобы и сумма шести чисел на вершинах также равнялась этому числу — 26.

Глава II ИЗ ОБЛАСТИ ФИЗИКИ

6. Фонтан в опрокинутой банке

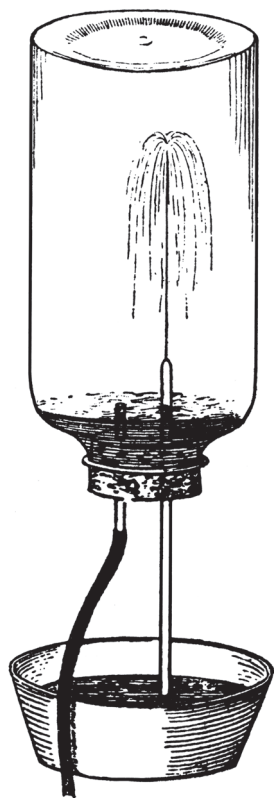


Рис. 4. Фонтан
в опрокинутой банке.

Раздобудьте высокую стеклянную банку в форме широкогорлой бутылки, закупорьте ее пробкой, в которой прожгите раскаленным гвоздем два отверстия для тонких стеклянных трубочек.

Одна трубочка, подлиннее, погружается нижним концом в сосуд с водою. На выступающий конец другой, более короткой стеклянной трубки наденьте резиновую трубку. Теперь достаточно вам втянуть в себя воздух через конец резиновой трубки и тем разредить воздух в банке, чтобы внутри банки забил фонтан. (Рис. 4). Чем энергичнее вы втягиваете воздух, тем больше разница давлений наружного воздуха и воздуха в банке, а следовательно, тем выше бьет фонтан. Когда вода, накапливающаяся в банке, закроет отверстие короткой трубки, она начнет вытекать из банки; с этого момента вы можете перестать высасывать воздух: он будет сам разрежаться в банке вследствие понижения в ней уровня воды, и фонтан станет бить без перерыва.

7. Чтобы не утонуть

Люди, упавшие в воду, если не умеют плавать, часто делают одну роковую ошибку: они поднимают руки из воды — и тем губят себя. Надо помнить, что всякое

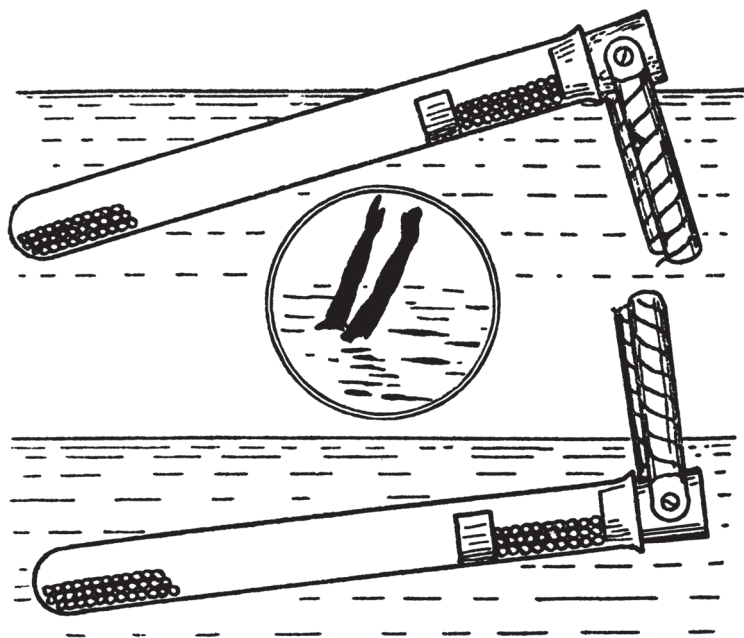


Рис. 5. Подобие тонущего человека: сверху — руки в воде, внизу — руки под водой.

тело под водой *легче*, чем вне воды; следовательно, держа руки *над* водою, мы увеличиваем вес своего тела, и тогда голова наша увлекается отяжелевшим туловищем под воду.

Вы можете устроить несложный прибор, чтобы наглядно показать, как должен и как не должен держаться утопающий. Насыпьте немного дрови на дно пробирки; кроме того, вдвиньте в пробирку пробочку, как показано на рис. 5, и насыпьте еще немного дрови в верхнюю часть пробирки. Закрыв пробирку пробкой, сделайте к выступающей ее части две деревянные палочки, которые будут играть роль рук, между тем как вся пробирка представляет подобие тела утопающего.

Вы должны добиться того, чтобы наружная пробка лишь немного поднималась над водою, когда «руки» погружены *под* воду; для этого придется, быть может, намотать на «руки» несколько витков медной проволоки. В таком положении наш приборчик изображает утопающего, держащего руки *под* водою; «голова» его при этом возвышается над водою. Но вот утопающий поднимает руки из воды (т. е. палочки поворачиваются вверх), и «голова» погружается в воду: утопающий захлебывается.

8. Загадка pulverизатора

Всем знаком pulverизатор из двух трубок, но едва ли многие смогут объяснить его действие.

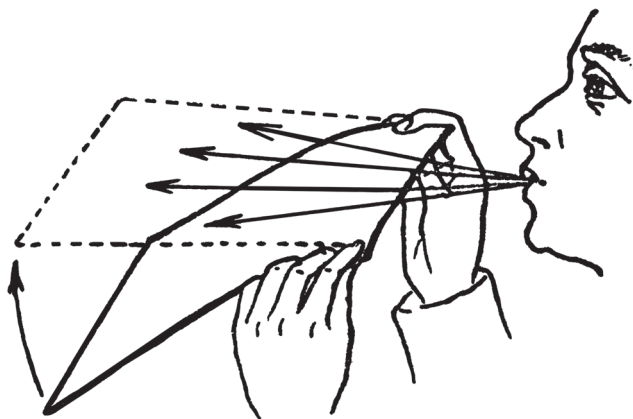


Рис. 6. Опыт с листком бумаги.

В самом деле: почему воздух, продуваемый над отверстием отвесной трубки, заставляет воду в этой отвесной трубке подниматься вверх?

Мы хотим дать здесь не теоретическое разъяснение этого явления (теория его довольно сложна), а только пояснение его наглядным опытом.

Возьмите листок бумаги, например, четвертушку, и поднесите его ко рту, держа пальцами за ближайший край. При этом противоположный край бумажки будет свисать, как изображено на нашем рисунке сплошными линиями. Теперь дуйте поверх бумажки: листок поднимется и расположится горизонтально, как показано на рисунке пунктирными линиями. Что же это значит? То, что листок подпирается снизу сильнее, чем сверху; другими словами — что поток движущегося воздуха слабее давит, чем неподвижный. Вот почему струя воздуха над трубкой пульверизатора слабее давит на воду, находящуюся в ней, чем неподвижный воздух, окружающий трубку, и оттого последний вгоняет воду в трубку.

9. Зажигание льдом

Зажигает, конечно, не лед, а солнце, но лед может оказать здесь существенную помощь: сосредоточить лучи солнца в одной точке и тем значительно усилить их нагревающее действие. Для этого мы должны изготовить из льда собирающую чечевицу, наподобие зажигательного стекла.

Если вы читали увлекательный роман Жюль Верна «Путешествие капитана Гаттераса», то знаете уже, что ледяная чечевица даже в полярных странах может играть роль зажигательного стекла. Но способ, который применили герои романа, не особенно практичен: они выпилили чечевицу из льда и сгладили ее рукой (на морозе в -40°C !)

Существует более удобный прием изготовления ледяной чечевицы. Он состоит в том, чтобы заморозить воду в посуде с выпуклым дном. Так как чечевица нужна больших размеров (чем она больше, тем больше солнечных лучей сосредоточивает она в своем «фокусе»), то лучше всего взять в качестве сосу-

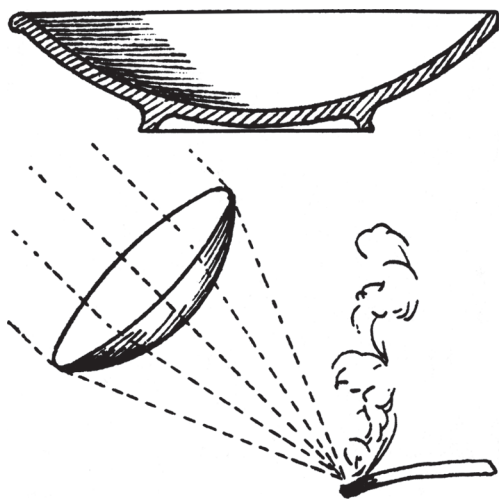


Рис 7. Как приготовить ледяную чечевицу и пользоваться ею для зажигания.

как и двояковыпуклая; разница только та, что место сосредоточения лучей («фокус») у плосковыпуклой чечевицы отодвинуто дальше. Подставив ледяную чечевицу под солнечные лучи так, чтобы они составляли прямой угол с плоской стороной чечевицы, вы сможете в фокусе зажечь папироску (рис. 7), сухие древесные стружки и т. п. При этом безразлично, как держать чечевицу: обратив ее к солнцу выпуклой или плоской стороной. Важно лишь, чтобы опыт производился в ясный день и притом на открытом воздухе: лучи, предварительно прошедшие через оконные стекла, теряют значительную часть своей греющей силы.

Важное предупреждение: не пробуйте через вашу ледяную чечевицу *смотреть на Солнце* — вы рискуете потерять зрение!

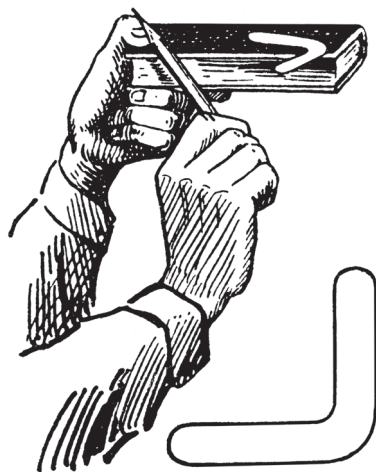


Рис. 8. Как метать бумажный бумеранг.

да умывальную чашку. Для этого годится не всякая чашка: необходимо, чтобы дно ее не было плоско — иначе чечевица не получится выпуклой. Кроме того, стенки чашки не должны иметь трещин, шрамов, выбоин и т. п. Наполнив умывальную чашку чистой водой, выставьте ее на мороз. Когда вода замерзнет, она образует «плосковыпуклую» чечевицу из прозрачного льда. Извлекать ее из чашки очень просто: достаточно погрузить чашку на минуту в миску с горячей водой, чтобы лед у стенок растаял, и чечевица легко вынется.

Плосковыпуклая чечевица сосредоточивает лучи совершенно так же,

10. Бумажный бумеранг

Вырежьте из тонкого картона, например из почтовой карточки, фигуру, изображенную в нижней части рис. 8, только раза в три крупнее.

Это и будет бумажное подобие австралийского бумеранга — того любопытного оружия австралийских дикарей, которое обладает загадочною способностью при метании описывать в воздухе самые затейливые кривые. Чтобы свой бумажный бумеранг заставить полететь, положите его на край книги и затем резко ударьте карандашом по выступающему концу. Бумеранг умчится, опишет плавную кривую и, если только ни на что не наткнется, то возвра-

тится к вашим ногам. Поупражнявшись некоторое время, вы можете достичь большой ловкости в искусстве метания этой бумажной полоски.

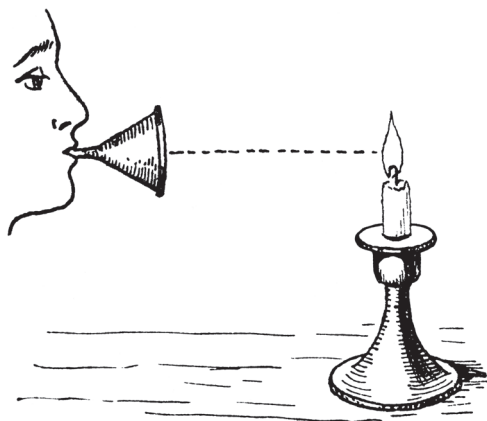


Рис. 9. Как не надо задувать свечу через воронку.

вместо того чтобы отклониться от воронки — как вы, естественно, ожидаете, — пригнется по направлению к воронке, навстречу воздушной струе!

Секрет искусства задувать свечи через воронку все же довольно прост: надо держать ее так, чтобы пламя свечи приходилось не на продолжении оси воронки, а на продолжении ее широкого края. (Рис. 10). При подобном расположении воронки пламя гаснет даже от умеренного дуновения. Все это настолько противоречит обычным нашим представлениям, что способно озадачить всякого.

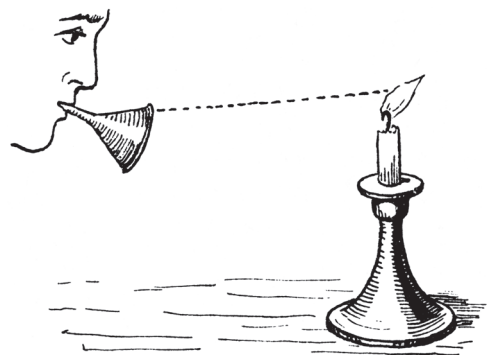


Рис. 10. Как надо задувать свечу через воронку.

11. Всегда ли легко задуть свечу?

Пробовали ли вы задувать свечу струей воздуха, вытекающей из воронки? Вероятно, нет. Поэтому можно заранее предсказать, что если попытаете проделать такой опыт, вы будете изумлены неожиданностью. Оказывается, что столь простая на вид задача — задуть свечу через воронку — во все не так легка. Вы можете изо всей силы дуть в узкий конец воронки, пламя свечи даже не шелохнется. (Рис. 9). Мало того: если вы достаточно близко поднесете воронку к свече, то пламя,

Чем же объясняются эти загадочные явления? Тем, что воздушная струя, вытекающая из узкой части воронки, не идет далее по прямой линии, а растекается вдоль стенок расширенной части воронки. Вследствие этого воздух в центральной части расширения немного разрежается, и оттого здесь устанавливается обратный воздушный ток. Вот почему пламя свечи, помещенное против этого места воронки, наклоняется по направлению к последней, а помещенное против края — отклоняется и гаснет.

12. Самодельные весы

Вы можете изготовить их из веревок, как показано на нашем рис. 11. Возьмите прочную бечевку и завяжите на ней три узла так, чтобы они делили всю бечев-

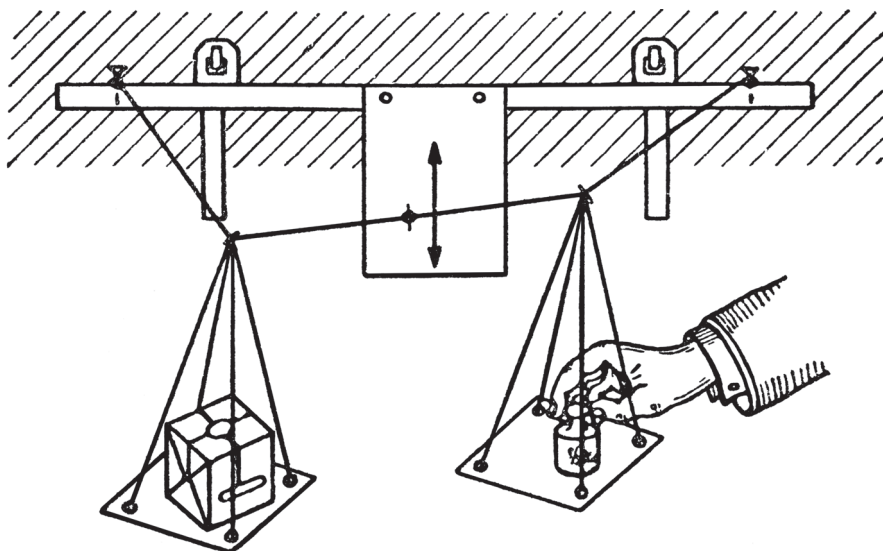


Рис. 11. Устройство весов из бечевки и дощечек.

ку на 4 равные части, примерно в 25 сантиметров каждая. Концы бечевки привяжите к гвоздям, вбитым в полку; бечевка должна свисать довольно свободно. К крайним узлам привяжите две «чашки» из квадратных дощечек, а к полке прибейте кусок картона, на котором отвесной чертой пометьте середину расстояния между крайними точками бечевки. Теперь весы готовы. Когда чашки уравновешены, средний узел придется как раз на черте, проведенной по картону; если же одна из чашек перевешивает, то узел сдвигается в соответствующую сторону.

Само собой разумеется, что большой точности от такого упрощенного прибора ожидать нельзя, но для грубого примерного взвешивания он достаточно хорош.

13. Картонный уровень

Вырежьте из плотного картона 2 прямоугольника одинаковой длины (20 см), но разной ширины: один в 10 см, другой в 6 см. Близ середины длин-

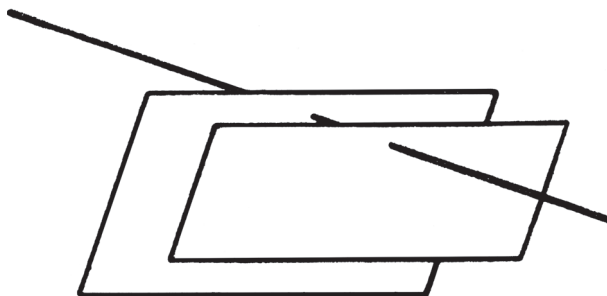


Рис. 12. Уровень из двух кусков картона.

ных сторон проткните их иглой (рис. 12), которая пусть торчит в широком прямоугольнике; расширьте отверстие в малом прямоугольнике настолько, чтобы он свободно мог поворачиваться на игле.

То, что у вас теперь получилось, и есть уровень — прибор для проверки горизонтального направления.

Желая проверить, горизонтально ли расположена доска, поставьте на нее больший прямоугольник так, чтобы он примыкал к ней длинной стороной: если доска горизонтальна, края обоих прямоугольников будут совпадать друг с другом; если же доска имеет наклон, то меньший прямоугольник будет немного выступать над краем большего. Чтобы установить доску горизонтально, вам придется опускать или поднимать один из ее концов до тех пор, пока края обоих прямоугольников самодельного уровня не совпадут между собою.

Глава III

БУМАГА, КАРАНДАШ, НОЖНИЦЫ

14. Волшебные кубики

Вы показываете товарищам 6 маленьких кубиков, собственноручно изготовленных вами, и предлагаете им убедиться, что в них не скрыто ничего подозрительного. На гранях каждого кубика обозначены очки от 1 до 6. Затем вы удаляетесь в соседнюю комнату, а ваши товарищи должны, пока вас нет, поставить эти кубики друг на друга. Явившись снова, вы бросаете взгляд на столбик из кубиков и сразу называете сумму очков, написанных на закрытых гранях всех 6 кубиков.

Как вы это делаете?

Конечно, здесь не обходится без хитрости, довольно, впрочем, невинной. Дело в том, что очки на гранях кубиков расположены не в случайном порядке, а так, что сумма очков противоположных граней всегда одна и та же и равна 7: 1 очко расположено против 6 очков, 2 — против 5, 3 — против 4. Благодаря этому подсчеты суммы очков закрытых граней в столбе становятся делом крайне простым: так как кубиков 6, то сумма очков *всех* граней, обращенных вверх или вниз, равна $6 \times 7 = 42$. Отняв число очков той грани верхнего кубика, которую вы видите, вы получаете сумму очков всех прикрытых граней.

15. Театр теней

В зимний вечер вы можете позабавить этим «театром» своих младших братьев и сестренку с их товарищами. Приспособления для устройства театра весьма несложны: простыня, две свечи да вырезанные из картона фигурки. Фигурки должны быть позабавнее: животные, индейцы и т. п., все в танцующих позах. Подходящим материалом для них могут служить исписанные почтовые карточки; их можно склеить по две, по три, если нужна фигура по-



Рис. 13. Фигурки для театра теней.

крупнее или целый хоровод танцующих фигур. Наш рис. 13 дает несколько образчиков подобных фигурок.

Итак, «актеры» заготовлены. Теперь поговорим о сцене. Натяните простыню между косяками двери — и сцена готова.

Юные зрители помещаются по одну сторону простыни в темной комнате; вы с вашим помощником — по другую. Фигурки подвешиваются на ниточках к гвоздикам, вбитым в верхнюю перекладину дверей; между фигуркой и простыней должен быть небольшой промежуток. Взяв в каждую руку по зажженной свече, вы слегка перемещаете их вправо и влево, — и тогда тени от фигурок начинают плясать. От вашей ловкости зависит заставить их плясать повеселее, всего лучше под музыку вашего помощника. (Рис. 14).

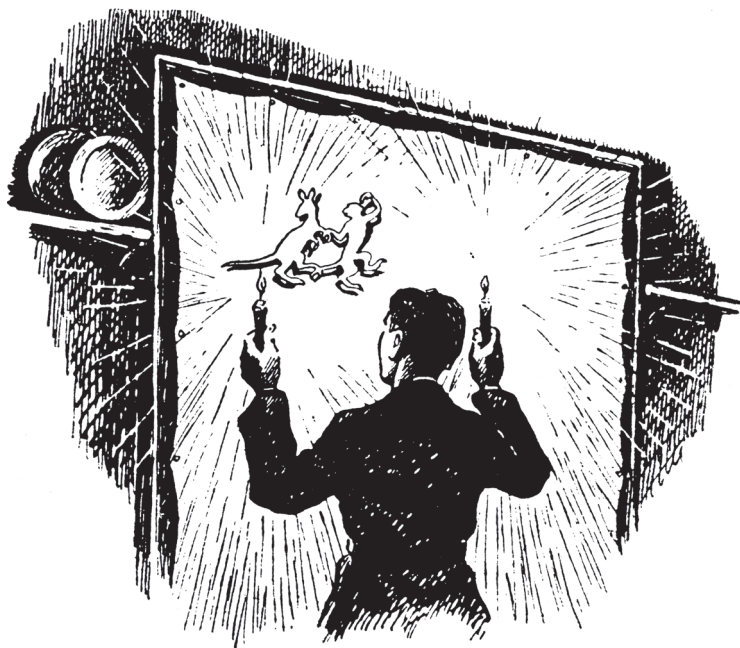


Рис. 14. За кулисами театра теней.

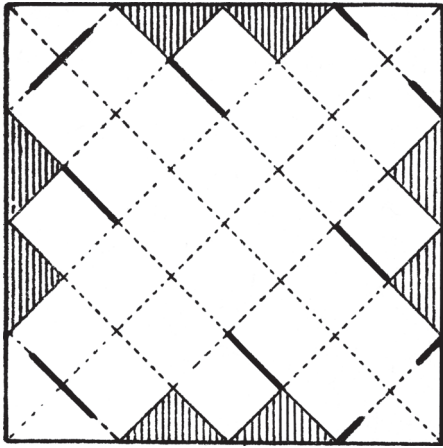


Рис. 15. Как согнуть и обрезать бумажный квадрат, чтобы изготовить из него коробку.

16. Бумажная коробка

Довольно изящную квадратную коробку с двойным — конечно, бумажным — затвором можно приготовить с помощью одних лишь ножниц, не употребляя ни капли клея. Изготовление ее начинают с того, что вырезают бумажный квадрат, размером раза в полтора больше обыкновенной четвертушки. Затем последовательно делают ряд перегибов, указанных на рис. 15 пунктирными линиями, так что бумажка покрывается косой сеткой из квадратов. Восемь треугольничков, заштрихованных на рисунке, отрезают прочь, затем делают прорезы в тех местах, которые на рисунке обозначены сплошными жирными линиями.

Получится коробка, только в развернутом виде. Как надо ее согнуть, чтобы получить настоящую коробку, легко сообразить, рассмотрев внимательно наружный вид полураскрытой коробки, представленный на рис. 16. Надо лишь иметь в виду, что все сгибы идут по пунктирным линиям рис. 15; никаких новых сгибов делать не приходится.

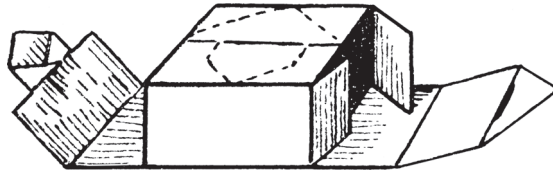


Рис. 16. Коробка, изготовленная без клея.

17. Советская звезда

Начертить правильную пятиконечную звезду — дело не простое; чтобы выполнить это аккуратно, нужны познания из курса геометрии, проходящие в старших классах школы. Зато довольно легко вырезать ее из бумаги, если уметь приняться за дело. Укажем здесь два способа вырезания советской звезды.

По первому способу начинают с того, что с помощью циркуля или даже просто чайного блюдца чертят на бумаге круг. Вырезают его, перегибают пополам и затем каждый полукруг перегибают четыре раза, как показано на рис. 17. Это самая трудная часть дела; здесь требуется некоторый глазомер, который, впрочем, легко приобретается после недолгого упражнения. Когда кружок сложен таким образом, его обрезают косо по одному из тех направлений,

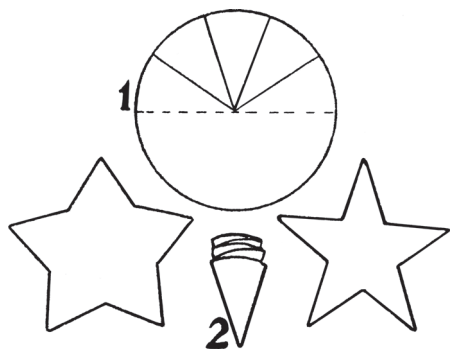


Рис. 17. Способ изготовления советской звезды из круга.

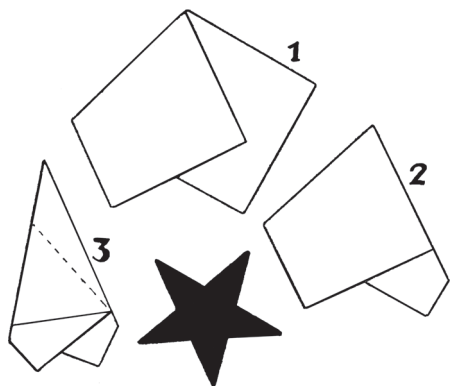


Рис. 18. Как сделать советскую звезду из квадрата.

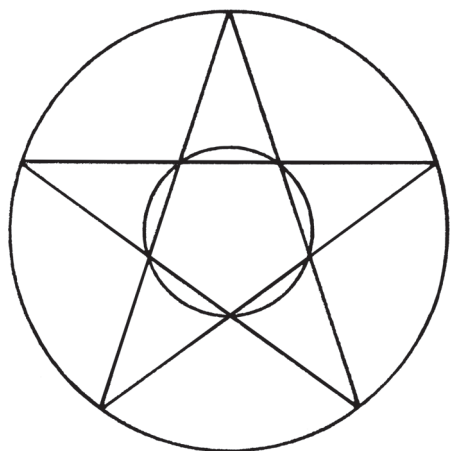


Рис. 19. Можно ли эту фигуру нарисовать одним росчерком пера?

которые показаны на фигуре 2 рис. 17 пунктирными линиями, и разворачивают. Получается звезда с более или менее глубокими вырезами (боковые фигуры рис. 17), смотря по тому, насколько косо вы обрезали сложенный кружок ножницами.

Второй способ несколько сложнее. (Рис. 18). Начинают с того, что перегибают пополам квадратный кусок бумаги. Дальнейшие перегибы последовательно показаны на чертеже, где пунктиром обозначена линия среза.

18. Пятиконечная звезда

Бывают фигуры, которые можно начертить, не отрывая пера от бумаги и не проводя пером дважды ни одной линии. Это называется начертить фигуру «одним росчерком пера». Если внимательно рассмотреть фигуру, то можно всегда сообразить заранее, возможно ли ее начертить «одним росчерком» и откуда следует начинать вычерчивание. Вглядитесь в пятиконечную звезду, изображенную на рис.



Рис. 20. Начертить герб одним росчерком пера.

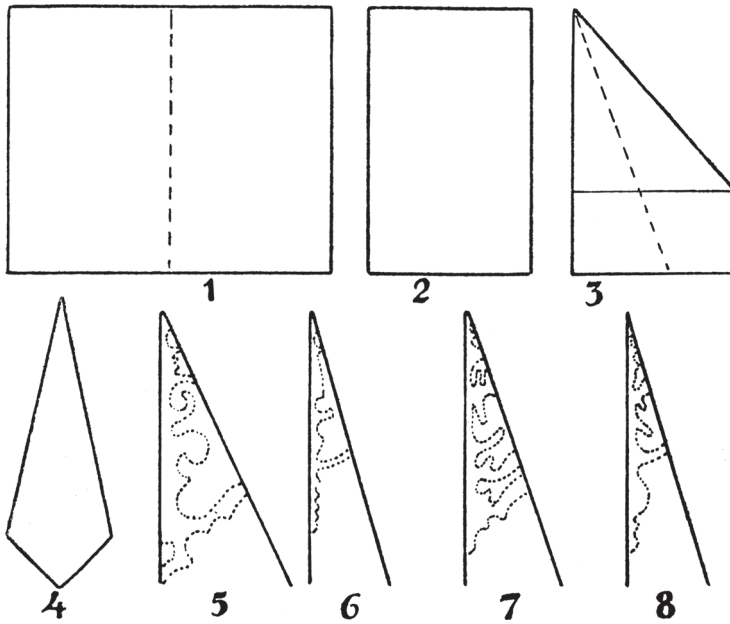


Рис. 21. Как вырезать из бумаги восьмиконечные звезды.

19. Как вы думаете, можно нарисовать ее одним росчерком или нет? Если вы полагаете, что можно, попробуйте это выполнить.

19. Герб СССР

На рис. 20 вы видите упрощенное изображение нашего государственного герба. Нельзя ли его изобразить одним росчерком пера? Если можно, то откуда надо начинать?

20. Звезды из газетной бумаги

Звездообразные фигуры более затейливого фасона можно изготовить из газетного листа. Для этого лист последовательно складывается так, как показано

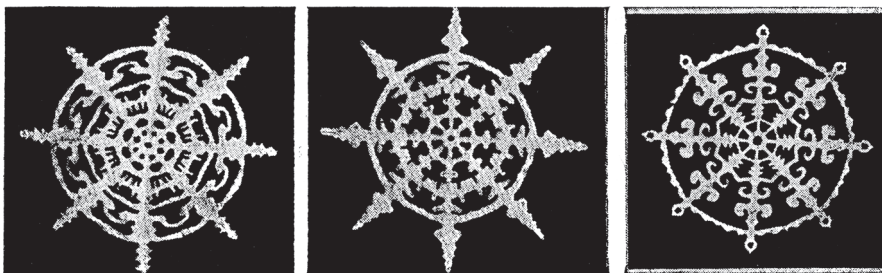


Рис. 22, 23, 24. Звезды из газетного листа.

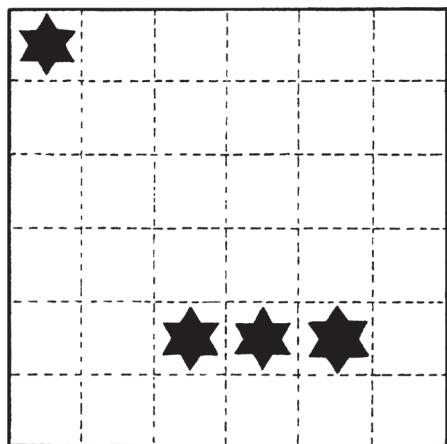


Рис. 25. Задача о разрезке квадрата.

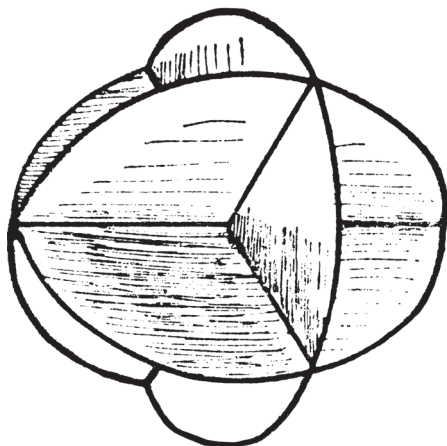


Рис. 26. Три кружка, продетые друг через друга.

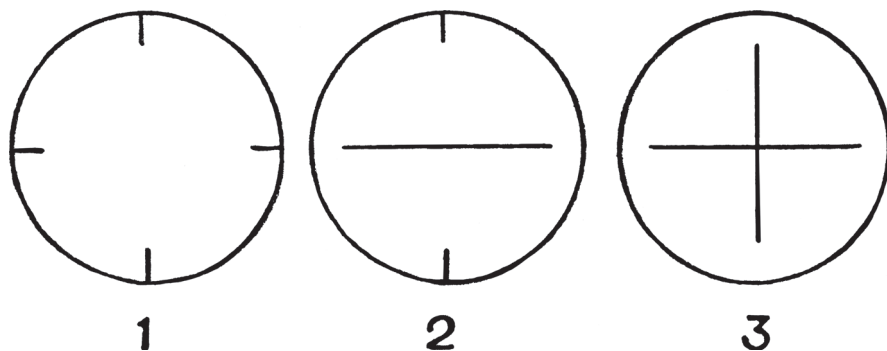


Рис. 27. Части фигуры, изображенной на рис. 26.

на рис. 21. Дойдя до фигуры, обозначенной на рисунке цифрой 5, вы беретесь за ножницы и обрезаете сложенную газету по волнистой линии, вроде тех, какие показаны пунктиром на фигурах 5, 6, 7 и 8 нашего рисунка. Развернув и расправив затем сложенную бумагу, вы увидите иной раз необычайно изящный восьмилучевой узор, который вы можете при некоторой сноровке разнообразить на всевозможные лады. (Рис. 22, 23 и 24).

22. Разрезать квадрат

Квадрат, который здесь изображен (рис. 25), надо разрезать по пунктирным линиям на 4 равные части, притом так, чтобы каждая часть содержала по звездочке.

Задача эта имеет больше полудюжины различных решений. Не удастся ли вам найти хотя бы некоторые из них?

22. Три пересекающихся круга

Любопытное бумажное изделие изображено на рис. 26. Это три бумажных кружка, пересекающих друг друга под прямыми углами. Рассматривая го-

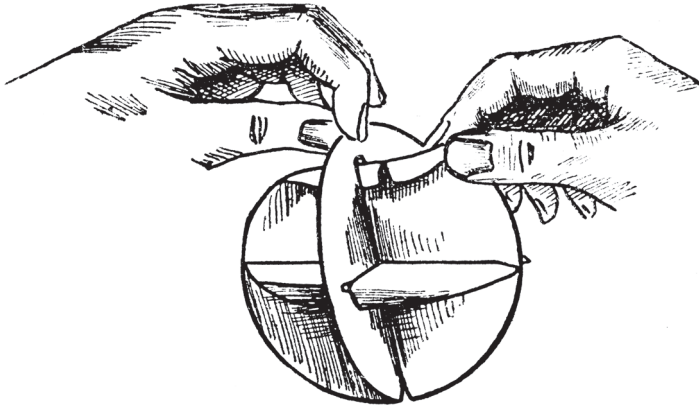


Рис. 28. Как продевать круги один сквозь другой.

товое изделие, не всякий догадается, как оно изготовлено: в нем нет склеенных частей, а все три кружка продеты один сквозь другой.

Между тем секрет изготовления этой вещицы весьма несложен. Начертите циркулем на листе плотной бумаги три равных круга, каждый диаметром сантиметров в 10, и вырежьте их. Ножницами или перочинным ножом сделайте на кругах прорезы в тех местах, где на рис. 27 проведены прямые черточки. Загнув края круга 1-го, легко продеть его сквозь среднюю щель круга 2-го, а загнув края обоих этих кругов, можно продеть их сквозь крестообразный прорез круга 3-го. Рис. 28 наглядно показывает, как это делается. После этого остается лишь расправить загнутые края, и хитроумное бумажное изделие готово. В ветреный день вы можете наблюдать за тем, с каким забавным проворством оно катится по мостовой, подгоняемое ветром.

РЕШЕНИЕ ЗАДАЧ

1. Коварный пень

Задачу надо решать с конца. Вы знаете, что после *третьего* удвоения в кошельке оказалось 1 р. 20 к. Сколько же было до этого удвоения? Конечно, 60 к. Остались эти 60 к. после уплаты старику вторых 1 р. 20 к., а до уплаты было, разумеется, 1 р. 80 к.

Но 1 р. 80 к. очутились в кошельке после *второго* удвоения; до него было всего 90 к., оставшиеся после уплаты старику первых 1 р. 20 к. Значит, до этой первой уплаты в кошельке было 90 к. + 1 р. 20 к. = 2 р. 10 к. Столько денег имелось в кошельке после *первого* удвоения; первоначально же было вдвое меньше — 1 р. 05 к. Это и есть те деньги, с которыми крестьянин приступил к опытам.

В самом деле:

После 1-го удвоения у него стало: 1 р. 05 к. $\times 2 = 2$ р. 10 к.

После 1-й уплаты старику: 2 р. 10 к. $- 1$ р. 20 к. = 90 к.

После 2-го удвоения у него стало: 90 к. $\times 2 = 1$ р. 80 к.

После 2-й уплаты старику: 1 р. 80 к. $- 1$ р. 20 к. = 60 к.

После 3-го удвоения у него стало: 60 к. $\times 2 = 1$ р. 20 к.

После 3-й уплаты старику: 1 р. 20 к. $- 1$ р. 20 к. = 0.

2. Циферблат

Вот решение задачи. (Рис. 29). Вы видите, что тут понадобился особый трюк, который, впрочем, не загроможден условием задачи: разделение числа IX на две части: I и X.

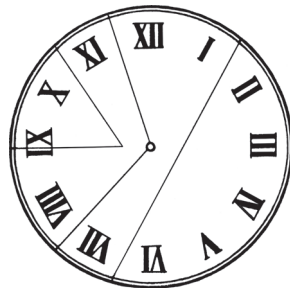


Рис. 29. Разрезка циферблата.

3. От Казани до Астрахани

Задача сводится к определению скорости течения Волги. Вычисляем ее следующим образом. Расстояние между городами пароход проходит по течению в 104 часа, против течения — в 156 часов. Следовательно, плывя по течению, он в час делает 104-ю долю всего расстояния, а против течения — 156-ю долю.

Разность между ними — одна 312-я доля расстояния — есть *двойная* скорость течения: $\frac{1}{104} - \frac{1}{156} = \frac{3-2}{312} = \frac{1}{312}$.

Так как течение проходит в час одну 624-ю долю всего расстояния, то от Казани до Астрахани плоты должны идти 624 часа, или 26 дней.

4. Магические квадраты из домино

Решение ясно из прилагаемого рис. 30.

5. Магическая звезда

Отыскание требуемого расположения чисел облегчается, если руководствоваться следующими соображениями.

Сумма чисел на концах искомой звезды равняется 26; сумма же всех чисел звезды — 78. Значит, сумма чисел внутреннего шестиугольника равняется $78 - 26 = 52$. Теперь рассмотрим один из треугольников. Сумма чисел каждой его стороны равняется 26; сложим числа всех трех сторон — получим $26 \times 3 = 78$, куда числа, стоящие на углах, входят дважды. А так как сумма чисел трех внутренних пар (внутреннего шестиугольника), мы знаем, должна равняться 52, то удвоенная сумма чисел на вершинах каждого треугольника будет $78 - 52 = 26$; простая же сумма = 13.

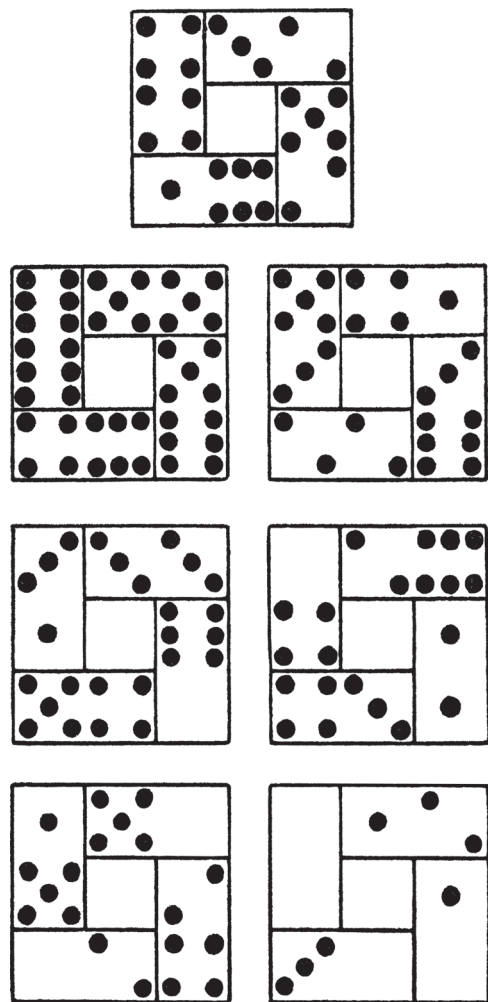


Рис. 30. Семь магических квадратов из домино.

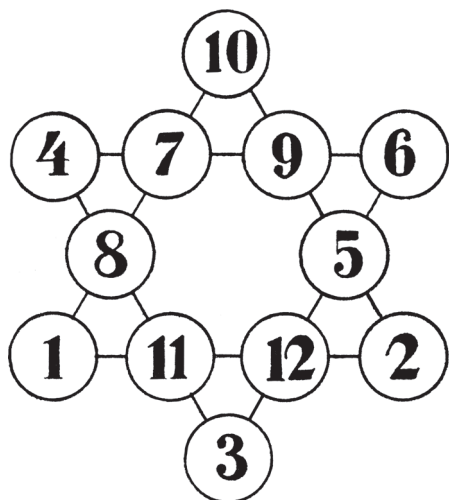


Рис. 31. Усовершенствованная магическая звезда.

Теперь поле для поисков стало заметно теснее. Вы знаете, например, что ни 12, ни 11 не могут занимать вершины звезды. (Почему?) Значит, испытание надо начинать с 10, причем сразу определяется, какие числа должны занимать остальные две вершины треугольника: 1 и 2.

Подвигаясь далее подобным же образом, вы после ряда проб нападете, наконец, на требуемое расположение, представленное на рис. 31.

18. Пятиконечная звезда.

19. Герб СССР

Обе фигуры можно начертить одним росчерком. Прилагаемые рисунки 32 и 33 показывают, как это сделать. Звезду безразлично откуда начинать; герб же удастся начертить одним росчерком только в том случае, если начать с определенной точки — именно с того места, где ручка молота входит в головку. Начав с другой точки фигуры, вы не доведете работу до конца.

Отличительный признак всех фигур, которые могут быть начерчены одним росчерком: в них могут быть только две такие точки, где сходится *нечетное* число линий; во всех остальных точках должно встречаться *четное* число линий. Если все точки пересечения «четные», то безразлично, откуда начинать вычерчивание. Если же имеются две «нечетные» точки пересечения,

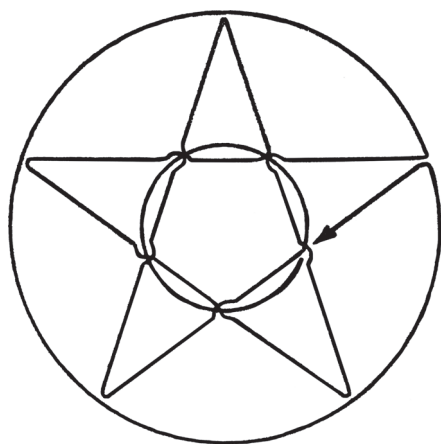


Рис. 32. Решение задачи о советской звезде.



Рис. 33. Решение задачи о гербе СССР.

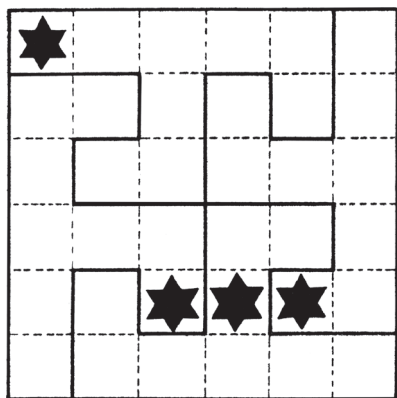


Рис. 34. Решение задачи о разрезе квадрата.

то одна из них должна служить начальной точкой, другая — конечной.

21. Разрезать квадрат

Семь решений этой задачи представлены на прилагаемых чертежах. Из них только одно — самое замысловатое (рис. 34) — имеет ту особенность, что при нем квадрат делится не только на равные части, но и самые линии разреза все одинаковы. Из шести остальных решений (рис. 35) последнее не строго верно. Как вы думаете, почему? Потому, что получающиеся части, строго

говоря, не равны, а только симметричны: одну пару из этих частей надо повернуть на левую сторону, если мы хотим совместить их с частями другой пары.

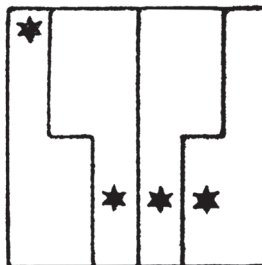
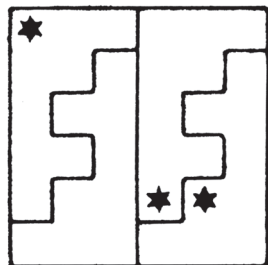
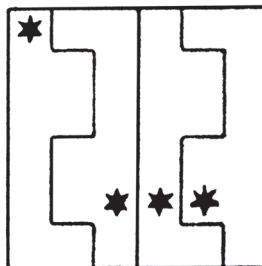
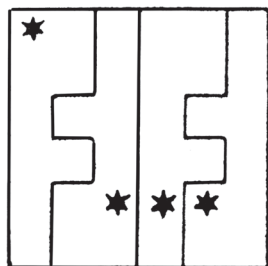
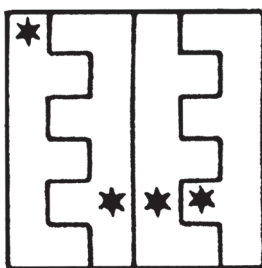
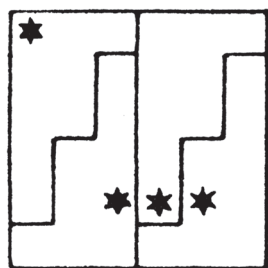


Рис. 35. Еще шесть решений задачи о квадрате.

НЕ ВЕРЬ СВОИМ ГЛАЗАМ!



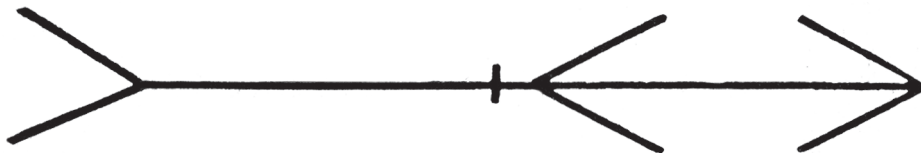
Папа нарисовал на бумаге стрелку, вот такую:



и спросил у Миши:

— Можешь ты показать карандашиком, где середина этой стрелки?

Миша взял карандаш, прикинул на глаз и поставил посередине стрелки черточку, вот так:

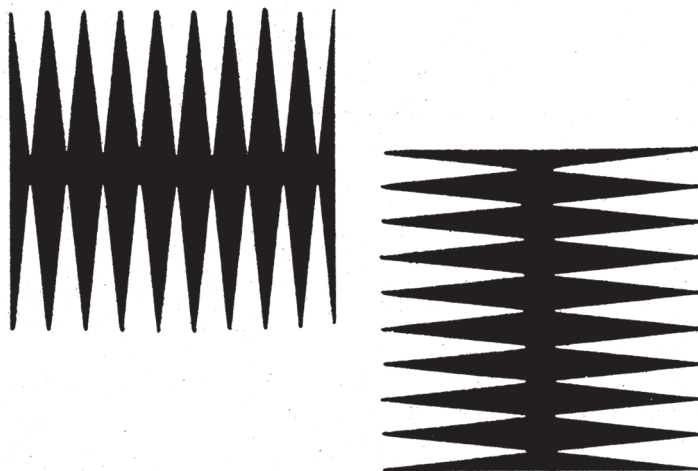


Ведь верно сделал, не правда ли? И вы бы так сделали.

— Теперь, — говорит папа, — возьми бумажку и измерь обе половинки, действительно ли они равны.

Миша взял бумажку, смерил — и что же? Оказывается, середина-то вовсе не там, где Миша наметил, а там, где, казалось бы, ей вовсе быть не следует! Проверьте сами — вы тоже удивитесь.

Потом папа нарисовал два гребня, вот такие:



и спросил у Миши:

— Какой гребень шире и какой выше?

— Правый выше, левый шире, — ответил Миша.

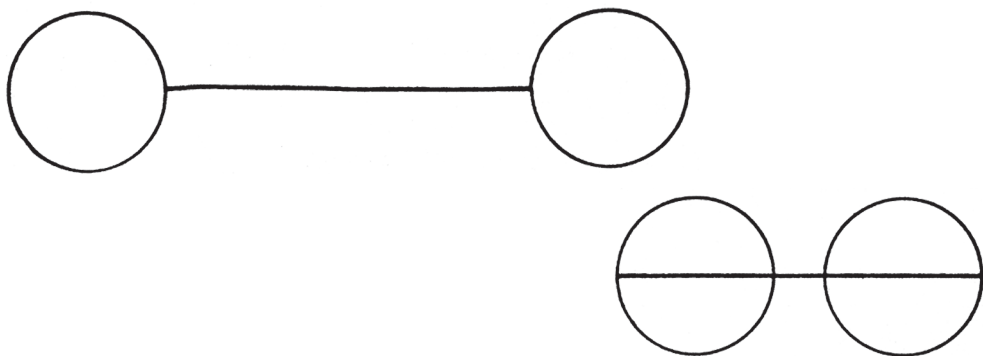
И верно ответил, не правда ли? Вы бы то же самое сказали.

— Ну, а теперь, — сказал папа, — проверь бумажкой, какой в самом деле шире и какой выше.

Миша смерил — и что же? Оказывается, оба гребня одной высоты и одной ширины! Проверьте сами бумажкой.

Затем папа нарисовал две пары кружочков, провел прямые линии от одного кружка к другому, как показано здесь, и спросил у Миши:

— Какая из прямых линий длиннее — та, что налево, или та, что направо?



— Конечно, та, что налево, — ответил Миша.

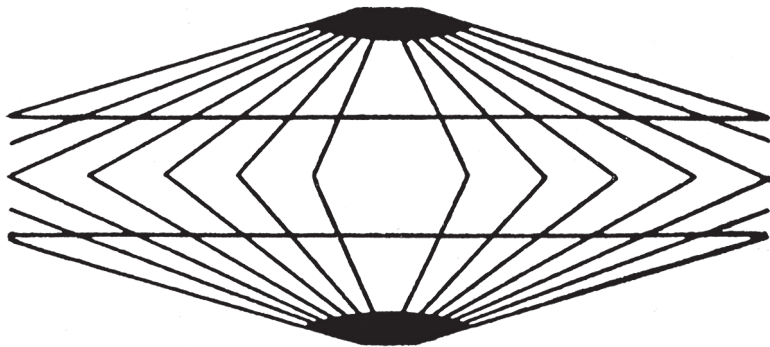
И правильно ответил, не так ли? Вы разве другое сказали бы?

— А теперь, — сказал папа, — измерь-ка да сравни бумажкой обе линии.

Миша сравнил бумажкой — и глазам не поверил: линии-то оказались равные!

Тогда Мишин папа сделал еще чертеж, такой как здесь, и спросил у Миши:

— Как ты думаешь: длинные линии, что идут слева направо, сходятся к концам или расходятся?



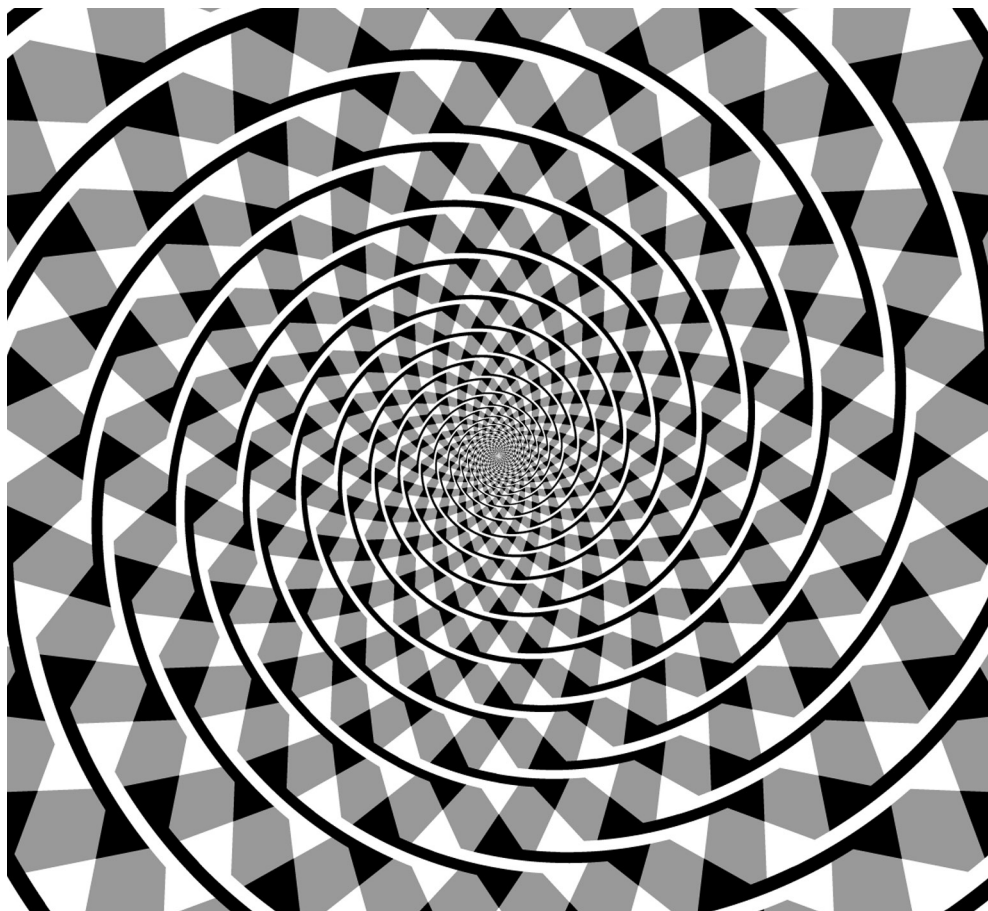
— Расходятся, — сказал Миша.

Ответ верный — ведь и вы сказали бы, что линии к концам расходятся. Разве не так?

— Ну-ка, — сказал папа, — приложи прямой край бумажки и проверь, расходятся линии или сходятся?

Миша проверил. Что же оказалось? Обе линии идут прямо и не сходятся ни у краев, ни у середины!

Еще показал папа такую фигуру:



и спросил у Миши:

— Если ты уткнешь кончик заостренной спички в какое-нибудь место той линии, которая здесь завивается, и будешь водить по этой линии, куда ты придешь?

— Приду, — ответил Миша, — или в самую середину фигуры, или же выйду к ее краю, смотря по тому, в какую сторону водить спичку.

Разве вы ответили бы иначе? Наверное то же самое сказали бы.

— Бери же спичку, — сказал тогда папа, — и проделай это. Посмотрим, куда ты в самом деле придешь.

Уткнул Миша спичку в завитую линию, водит, водит по бумаге; но странное дело: никуда не выходит — ни к середине фигуры, ни к краю! Все время вертится, словно по кругу. Прodelайте сами — увидите!

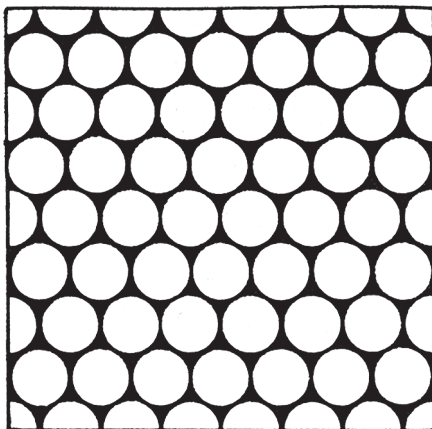
— Да это никак круги! — изумился Миша.

— Круги и есть, — ответил папа.

— Прямо глазам не верю! — крикнул Миша. — Неужели же эти завитушки — круги?

— Глазам и не надо без оглядки верить, — сказал папа. — Всегда нужно проверять то, что видишь.

Папа отошел от Миши шагов на пять и показал издали такую фигуру:



— Что ты тут видишь? — спросил папа.

— Вижу белые шестиугольники, словно пчелиные соты.

— А не пятиугольники? Вглядись-ка пристальнее.

Миша посмотрел внимательнее.

— Нет, шестиугольники! Ясно вижу шестиугольники.

Наверное вы тоже видите шестиугольники, а не что-либо другое. Ведь так?

Представьте же себе Мишино удивление, когда папа поднес фигуру поближе. Никаких нет в ней шестиугольников, никаких пятиугольников, — имеются одни только ровненькие кружочки! А ведь Миша собственными глазами видел на ней шестиугольники!

Много еще случается видеть собственными глазами такого, чего на самом деле вовсе нет.

Посмотрите, например, на красноармейца, который здесь нарисован.

Когда папа спросил Мишу, в кого стрелок целится, Миша ответил:



— Прямо в меня!

И вам тоже кажется, что он метит прямо в вас, не правда ли?

— Так отойди же в сторону, — сказал Мише папа, — и взгляни на стрелка оттуда.

Миша отодвинулся вправо, — но что за диво: стрелок опять прямо в него целится!

— Что он, никак повернулся в мою сторону?

— Попробуй-ка отойти влево, — сказал папа. — Может быть, тогда он в тебя не попадет.

Миша отошел влево, — но и стрелок повернулся вслед за ним и снова па-лит в Мишу.

— Живой портрет! — закричал Миша. — За мной всюду следит, голову и револьвер поворачивает...

Проделайте то же, что Миша делал: отходите от картинки вправо и влево — увидите, что стрелок, словно живой, поворачивается всякий раз в вашу сторону. Вам никак от него не увернуться.

На самом же деле, вы понимаете, картинка остается какою была; на ней ровно ничего не меняется. Все это только обман зрения.

— Бывают обманы зрения еще удивительнее, — сказал папа. — Случается на белой стене, где ничего не нарисовано, видеть большой портрет или другую картину, иногда даже в красках. Хочешь попробовать? Положи перед собою странный рисунок и гляди пристально в одну его точку, не сводя с нее глаз. Гляди и считай про себя: «один, два, три»... Когда досчитаешь до ста, взгляни на потолок — и скоро увидишь там в увеличенном виде тот же самый рисунок, но только не черным по белому, а белым по темному.



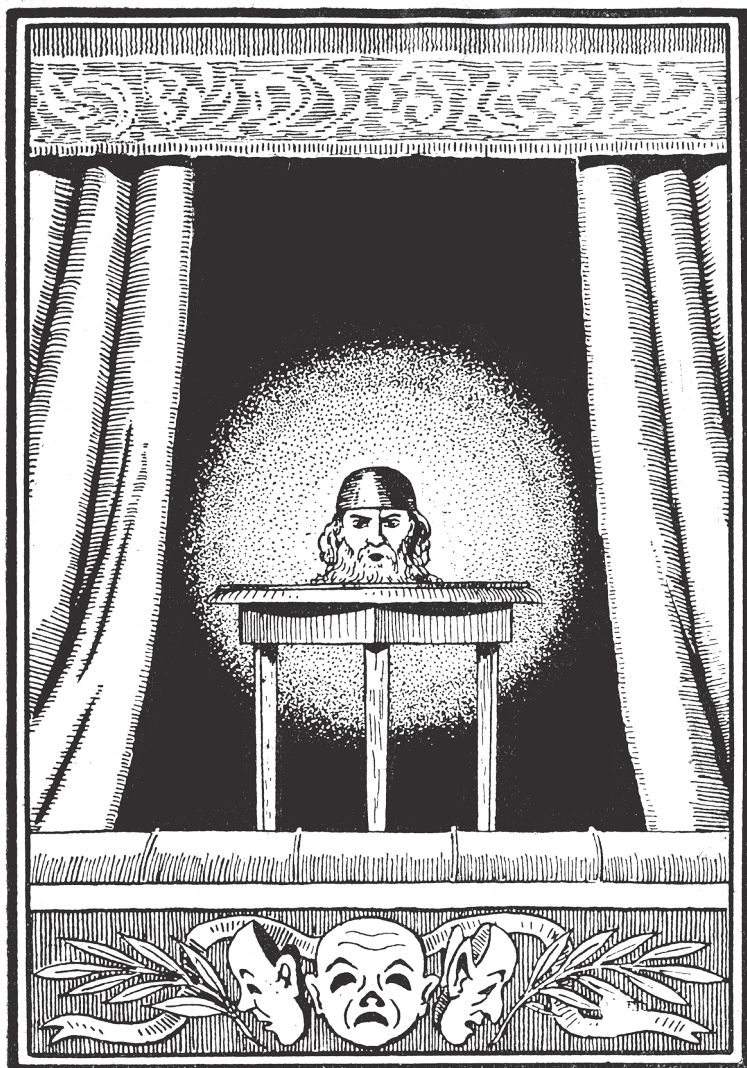
Миша так и сделал — и действительно увидел на потолке большой серый рисунок.

— Откуда он там взялся? — удивился Миша.

— Его вовсе и нет там: это обман зрения. Сейчас ты его опять не будешь видеть.

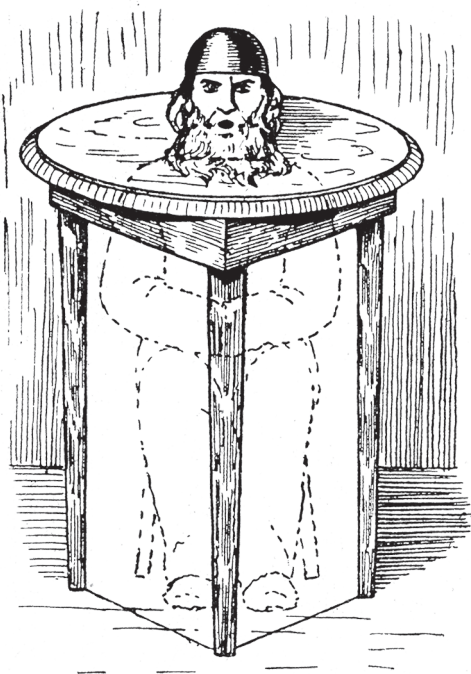
И в самом деле: рисунок вскоре расплылся и пропал без следа; потолок стал белым, как был раньше.

— Удивительный обман зрения, — продолжал папа, — случилось мне видеть давно в нашем городе. Приехал фокусник и объявил, что будет показывать за деньги отрубленную человеческую голову, которая водит глазами, со всеми разговаривает, даже курит... Я пошел посмотреть эту диковинку.



Захожу в комнату; вижу, стоит посередине столик, на нем тарелка, а на ней действительно человеческая голова. Живая голова: глазами двигает, смотрит на публику, разговаривает. Гляжу под столик — пусто, ничего нет. Вот чудо-то!

— Как же это живая отрубленная голова? — удивился Миша. — Ведь это не может быть!



— В том-то и дело, что этого вовсе и не было, а был только обман зрения. Оказывается, под столом сидел живой человек, просунув голову через дырку в верхней доске стола. А чтобы не видно было туловища человека, между ножками стола поставлены зеркала; в зеркалах отражался пол, и казалось со стороны, что под столом пусто. Столик огорожен был, чтобы близко никто не подходил.

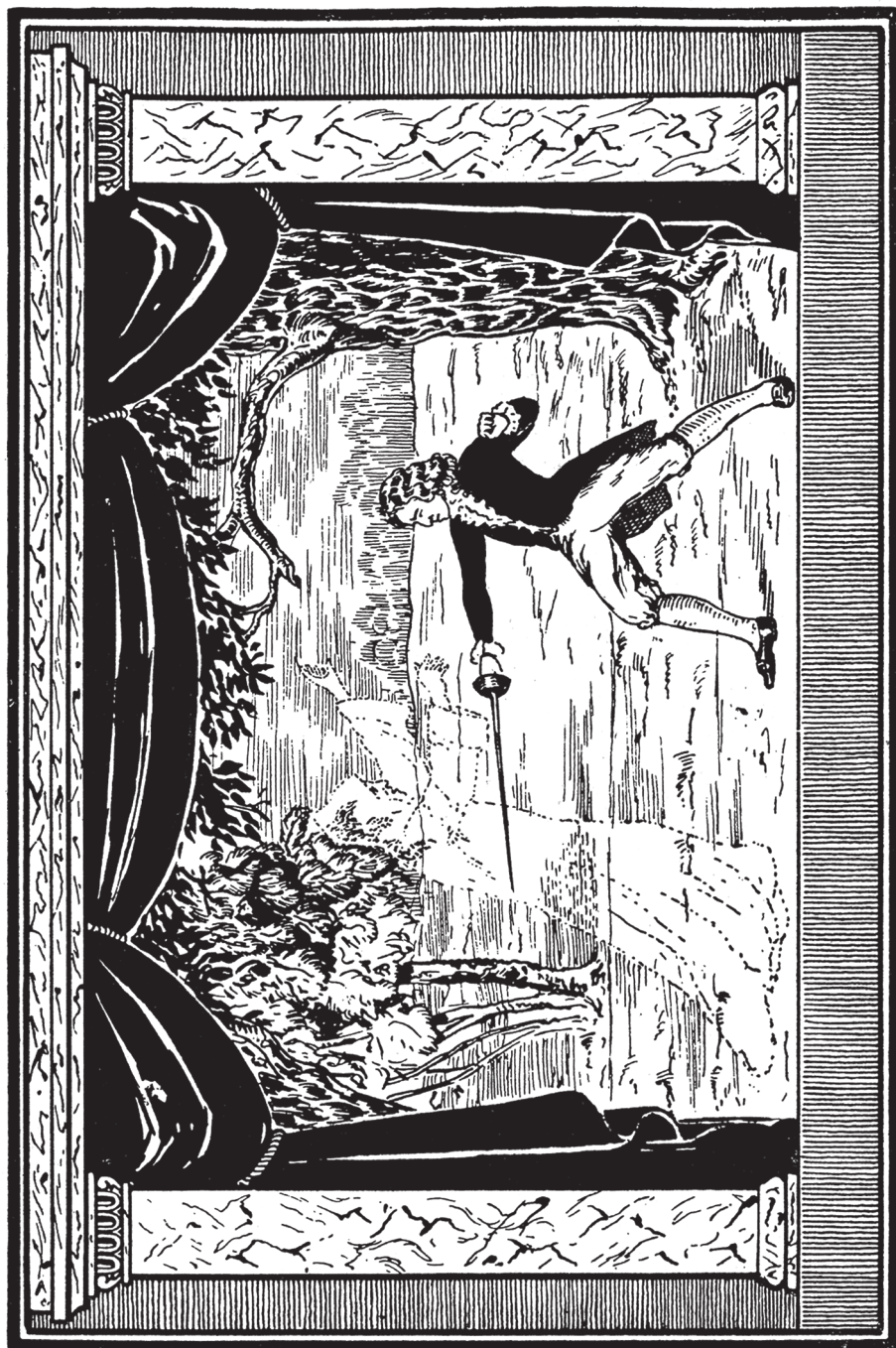
— Как же ты узнал про зеркала?

— Очень просто: я скомкал газету и кинул ее под столик. Бумажный ком отскочил от стекла и лег рядом на пол, а под столиком появился тогда другой бумажный ком, точно такой же — его отражение. Тогда всем стало ясно, что столик отгорожен зеркалами и что под ним, значит, вовсе не пусто.

— Другой фокусник показывал мнимое чудо иного рода: призрак. Никаких призраков на свете не бывает, а тут нам обещали показать призрак за небольшие деньги. Интересно было посмотреть. Вместе с другими любопытными я вошел в зал. Мы сели и стали смотреть на сцену, где стоял фокусник. Вдруг рядом с ним, неизвестно откуда, явилась какая-то прозрачная фигура, которая двигалась, как живая. Фокусник выхватил шпагу и храбро кинулся на нее. Но, сколько ни колол, ничего ей не делалось: шпага протыкала призрак, не оставляя никакого следа. Фокусник даже несколько раз прошел через эту фигуру насквозь, словно через воздух, и она оставалась по-прежнему цела.

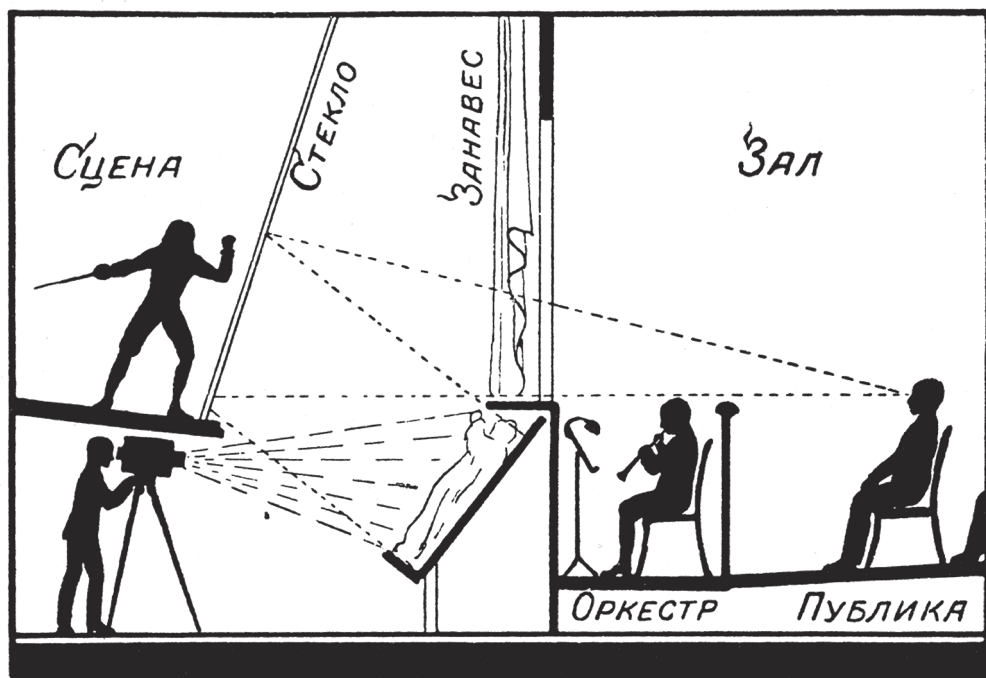
— Что же это было такое? — нетерпеливо спросил Миша.

— Опять обман зрения. На сцене никакой фигуры в действительности не было. Потом я узнал, как все это подстраивается. Между публикой и сценой стоит наклонно большое стекло. Оно такое гладкое и так хорошо вычищено, что мы смотрим на сцену и вовсе его не замечаем. Оно прозрачно, как воздух. А внизу перед сценой, невидимо для публики, движется человек, помощник фокусника, одетый в широкое белое платье. Этот-то человек, хорошо освещенный фонарем, отражается в стекле, как в зеркале, только не так от-



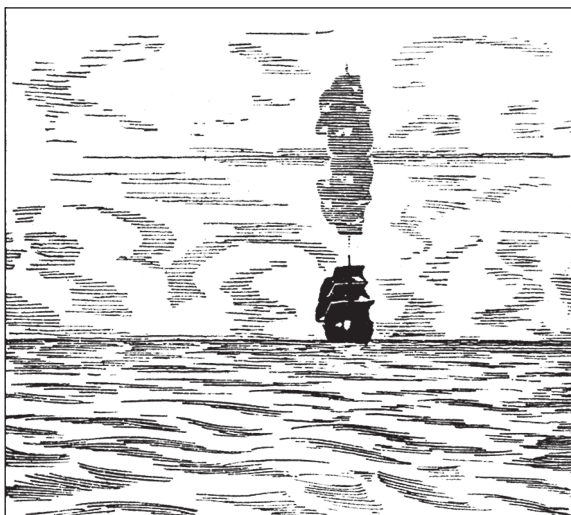
Неизвестно откуда явилась какая-то прозрачная фигура, которая двигалась, как живая

четливо. Вот публике и кажется, что на сцене ходит призрак: ведь отражение не поранишь шпагой, не разрежешь пополам! Посмотри на этот рисунок: тут показано, каким образом устраиваются такие обманы зрения.



— Бывает и так, — продолжал папа, — что обман зрения никем не устроен заранее, а делается сам собою. Такие обманы зрения видят иногда люди, проезжающие через знойные пустыни. Это — марево, или мираж. Вот как описывает мираж один путешественник, проезжавший через африканскую пустыню:

«Утром и вечером земля имеет обыкновенный вид. Между вами и ближайшими селениями вы видите только землю. Но с того часа, как почва достаточно нагреется солнцем, и до самого вечера земля вдалеке от вас словно покрывается водою. Селения кажутся островами посреди обширного озера. Под каждым селением видно его перевернутое, несколько туманное изображение, как если бы перед вами была отражающая



*Мираж в пустыне*

поверхность воды. Когда вы подходите к селению ближе, берег кажущейся воды уходит назад; тот морской залив, который как будто отделял вас от селения, становится уже и наконец пропадает вовсе. Но тогда то же самое повторяется с новым селением, видимым дальше».

Эта несуществующая вода — обман зрения: нагретый воздух над раскаленным песком пустыни отбрасывает лучи света наподобие зеркала, и оттого кажется, что земля вдалеке залита водой, в которой и отражаются предметы. Случаются миражи и иного рода, когда далекие предметы, например — корабли на море, как бы отражаются не от нижних, а от верхних слоев воздуха. Тогда видны в небе над настоящими кораблями их перевернутые отражения. Иной раз видны бывают на небе даже два отражения далекого корабля — одно прямое, другое перевернутое. Такие миражи случаются нередко и в нашей стране.

Мираж в пустыне.

— Ты видишь, — закончил папа свой рассказ, — что не всегда можно верить своим глазам. Глаза часто обманывают нас, показывают совсем не то, что есть на самом деле. И чтобы не поддаваться таким обманам зрения, надо всячески проверять свои глаза. Проверять, если возможно, хотя бы руками, ощупывая то, что видишь. Но всего лучше проверять своим умом: хорошенько думать в то, что видишь. Словом, если не хочешь быть обманутым своим зрением, смотри не одними глазами, а всей головой!

ОБМАНЫ ЗРЕНИЯ



ОПТИЧЕСКИЕ ИЛЛЮЗИИ

Оптические обманы, которым посвящена эта книжечка, — не случайные спутники нашего зрения: они сопровождают его при строго определенных условиях, с неизменным постоянством закономерного явления, и имеют силу для каждого нормального человеческого глаза. То, что человеку свойственно при известных обстоятельствах поддаваться иллюзиям зрения, обманываться относительно источника своих зрительных впечатлений, не следует вовсе рассматривать как всегда нежелательный недостаток, безусловный порок нашей организации, устранение которого было бы для нас во всех отношениях благотворно. Художник не принял бы такого «непогрешимого» зрения.

Для него наша способность при определенных условиях видеть не то, что есть в действительности, является счастливым обстоятельством существенно обогащающим изобразительные средства искусства: «Живописцы наипаче умеют обращать в пользу сию общую и всем сродную обманчивость» — писал еще полтора столетия назад гениальный Эйлер¹ и далее пояснял: «На сей обманчивости все живописное художество основано. Ежели бы мы привыкли судить о вещах по самой истине, то бы сие искусство не могло иметь места, равно как когда бы мы были слепы. Всуе художник истощил бы все свое искусство на смешение цветов; мы бы сказали: вот на сей доске красное пятно, вот голубое, здесь черное и там несколько беловатых линий; все находится на одной поверхности, не видно на ней никакого в расстоянии различия и не можно бы было изобразить ни единого предмета. Что бы на картине ни написано было, так бы нам казалось, как письмо на бумаге, и может быть еще старались бы мы разобрать знаменование всех разноцветных пятен. При сем совершенстве не были ли бы мы сожаления достойны, лишены будучи удовольствия, которое приносит нам ежедневно столь приятное и полезное художество!»

¹ «Письма о разных физических материях, с французского языка на российский переведенные Степаном Румовским в Санкт-Петербурге 1774 года».

Несмотря, однако, на живой интерес, представляемый обманами зрения для художника, физика, физиолога, врача, психолога, философа, наконец, для каждого любознательного ума, у нас до сих пор не было издания, которое заключало бы более или менее исчерпывающий подбор образчиков оптических иллюзий¹.

Настоящая книжечка, предназначенная прежде всего для широкого круга не-специалистов, является попыткой предложить подобный подбор главнейших типов зрительных обманов, какие могут быть наблюдаемы при условиях естественного зрения, без каких-либо приспособлений в роде стереоскопа, проколотой карточки и т. п.

Фигуры напечатаны так, что обратная сторона странички в большинстве случаев остается чистою; благодаря этому, при желании составить подвижную, удобную для демонстрирования коллекцию иллюзий зрения, можно вырезать каждую фигуру и наклеить на карточку. Что касается причин, обуславливающих ту или иную иллюзию зрения, то только для весьма немногих оптических обманов существует твердо установленное, бесспорное объяснение; к ним принадлежат те, которые обусловлены строением глаза: иррадиация, иллюзия Мариотта (слепое пятно), иллюзии, порождаемые астигматизмом, и т. п. Относительно же большей части остальных обманов зрения можно было бы написать очень много — о них и имеется на Западе обширная литература² — но нельзя высказать ничего положительного (исключая иллюзии портрета).

В качестве поучительного примера рассмотрим иллюзию рис 42: белые кружки, расположенные известным образом на черном фоне, кажутся издали шестиугольниками. Принято, повидимому, считать установленным, что иллюзия эта всецело обуславливается так наз. иррадиацией — кажущимся расширением светлых участков (имеющим простое и ясное физическое объяснение). «Белые кружки, увеличиваясь по площади от иррадиации, уменьшают черные промежутки между ними» — пишет проф. Поль Бер в своих «Лекциях зоологии», имея в виду, что «так как каждый кружок окружен шестью другими, то при расширении он, упираясь в соседние, окажется заключенным в шестиугольник» (см. также «Курс физики» О.Д. Хвольсона, т. II, изд. 1918 г., стр. 519). Достаточно, однако, взглянуть на соседний рис. 43, где тот же эффект наблюдается для черных кружков на белом фоне, — чтобы отказаться от этого объяснения: здесь иррадиация могла бы лишь уменьшить размеры черных пятен, но никак не изменить их круглую форму в ше-

¹ Мне известна только одна брошюра, изданная в России: П.М. Ольхин, «Зрение и его обманы» (Пг. 1911); в ней приведено два десятка оптических иллюзий.

² Русская литература гораздо беднее; могу указать для интересующихся две работы на русском языке:

Проф. Г. Челпанов, «Глазомер и иллюзии зрения», — статья в журнале «Вопросы философии и психологии» 1893, XVII и XVIII, а также в его труде: «Проблема восприятия пространства», ч. I, 1896.

Н.А. Боровко, «Иллюзии зрения» в журнале «Вестник Психологии», 1906, вып. I–III.

стиугольную. Чтобы охватить одним принципом оба случая, можно было бы предложить такое объяснение: при рассматривании с известного удаления угол зрения, под которым представляются узкие промежутки между кружками, становится меньше предела, допускающего различие их формы; каждый из шести промежутков, прилегающих к кружку, должен казаться тогда прямой черточкой равномерной толщины, и, следовательно, кружки окаймятся шестиугольниками. С этим объяснением хорошо согласуется и тот парадоксальный факт, что на известном расстоянии белые участки продолжают еще казаться круглыми, в то время как черная кайма вокруг них уже приобрела шестиугольную форму; лишь при еще большем удалении шестиугольная форма переносится с каймы на белые пятна. Однако, и это мое объяснение является лишь правдоподобной догадкой, каких можно придумать, вероятно, еще несколько. Необходимо еще доказать, что возможная причина есть в данном случае и действительно.

Столь же недостоверный, необязательный характер носит большинство попыток найти объяснение отдельным иллюзиям зрения (исключая весьма немногих, указанных ранее). Для некоторых оптических обманов не предложено до сих пор никакого объяснения. Для иных, наоборот, имеется слишком много объяснений, из которых каждое в отдельности было бы, пожалуй, достаточно, если бы не существовало ряда других, ослабляющих его убедительность.

Вспомним знаменитую, обсуждаемую уже со времен Птолемея, иллюзию увеличения светил у горизонта: для нее предложено, кажется, не менее шести удачных теорий¹, каждая из которых страдает лишь тем недостатком, что имеет еще пять столь же хороших объяснений...

Очевидно, почти вся область оптических обманов находится еще в донаучной стадии своей разработки и нуждается в установлении основных методических принципов ее исследования.

При подобном отсутствии чего-либо твердого, положительного в области относящихся сюда теорий, я предпочел ограничиться только демонстрацией неоспоримого материала фактов, воздерживаясь от объяснения их причин и заботясь лишь о том, чтобы в книжке представлены были все главнейшие типы зрительных иллюзий². Только для иллюзий, связанных с портретами, приводится в конце книжечки объяснение, так как в данном случае оно достаточно ясно и бесспорно, чтобы возможно было противопоставить его тем сует-

¹ См. монографию *А.М. Селитренникова*, «О кажущемся увеличении светил у горизонта». Москва, 1907.

² Подбор образчиков иллюзий составил у меня в результате многих лет коллекционирования. Мною исключены, однако, все те из опубликованных иллюзий, эффект которых имеет силу не для всякого глаза или проявляется недостаточно ощутительно. К читателям, могущим содействовать пополнению подбора, обращаюсь с просьбой не отказать в соответствующих сообщениях (направляя корреспонденцию по адресу издательства).

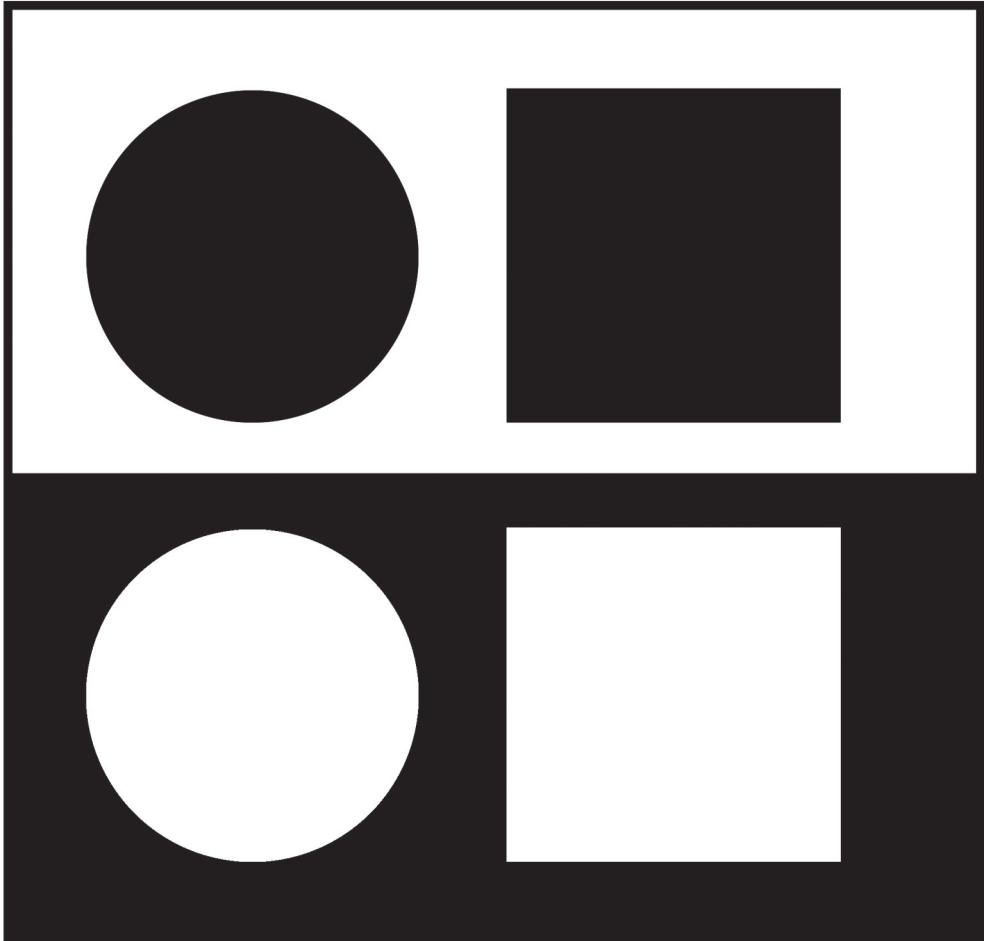
верным представлениям, которые издавна сложились вокруг этого своеобразного оптического обмана.

Серия иллюстраций открывается образчиками иллюзий, причина которых несомненно лежит в анатомических и физиологических особенностях глаза: это — иллюзии, зависящие от слепого пятна, иррадиации, астигматизма, сохранения световых впечатлений и утомления сетчатки (№№ 1–8). При опыте со слепым пятном исчезновение части поля зрения можно обнаружить, между прочим, и иным образом, — именно так, как впервые сделал в XVIII веке Мариотт; эффект получается, пожалуй, еще более поражающий. «Я прикрепил — рассказывает Мариотт — на темном фоне, приблизительно на уровне моих глаз, маленький кружок белой бумаги и в то же время просил другой кружок держать сбоку от первого, вправо на расстоянии около двух футов, но несколько ниже, так чтобы изображение его упало на оптический нерв моего правого глаза, тогда как левый я зажмурю. Я стал против первого кружка и постепенно удалялся, не спуская с него правого глаза. Когда я был на расстоянии около 9 футов, второй кружок, имевший величину около 4 дюймов, совсем исчез из поля зрения. Я не мог приписать это его боковому положению, ибо различал другие предметы, находившиеся еще более сбоку, чем он. Я подумал бы, что его сняли, если бы не находил его вновь при малейшем передвижении глаза»...

За этими «физиологическими» обманами зрения следует гораздо более многочисленный класс иллюзий, которые обусловлены причинами психологическими, чаще всего еще недостаточно выясненными. По-видимому, можно считать установленным лишь то, что иллюзии этого рода являются следствием предвзятого ложного суждения, произвольного и бессознательного. Источником обмана является здесь интеллект, а не чувство. К ним применимо меткое замечание Канта: «Наши чувства не обманывают нас, — не потому, что они всегда правильно судят, а потому, что они вовсе не судят».

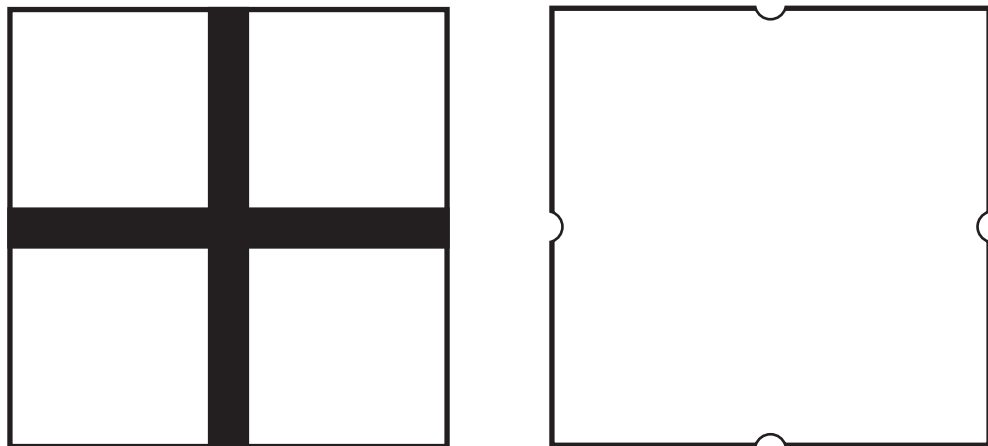
АЛЬБОМ
иллюзий зрения
№№ 1–62

№ 1 Иррадиация



При рассматривании издали белые фигуры внизу — круг и квадрат — кажутся крупнее черных, хотя те и другие равны. Чем больше расстояние, тем иллюзия сильнее. Явление это называется иррадиацией (см. далее № 2).

№ 2. Иррадиация



При рассматривании издали левой фигуры с черным крестом стороны квадрата кажутся, вследствие иррадиации, ущемленными посередине, как показано на соседней фигуре направо.

Иррадиация обусловлена тем, что каждая светлая точка предмета дает на сетчатке нашего глаза не точку, а маленький кружок (вследствие так называемой сферической аберрации); поэтому светлая поверхность окаймляется на сетчатке светлой полоской, увеличивающей занимаемое ею место. Черные же поверхности дают изображения, уменьшенные за счет светлой каймы окружающего фона.

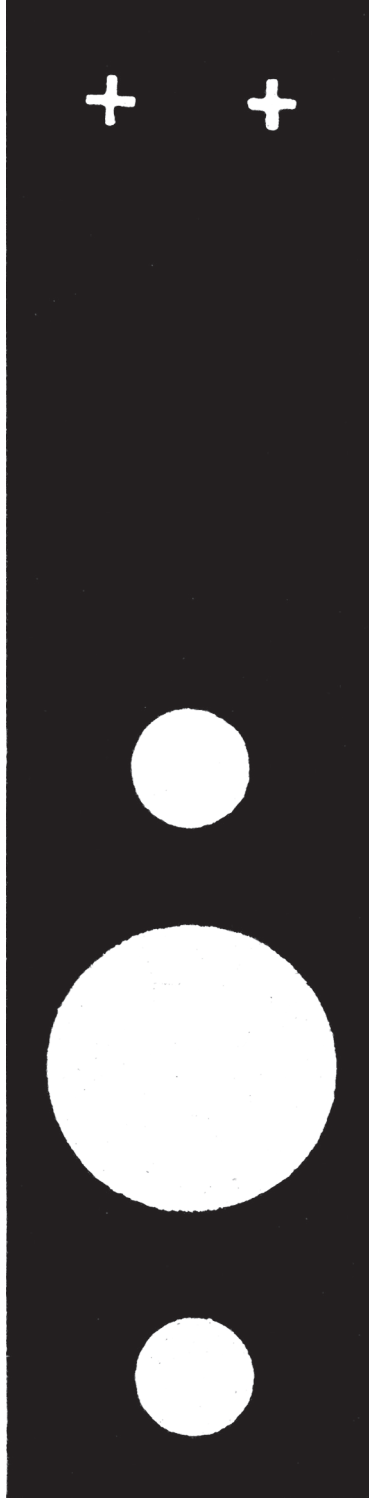
Этот опыт, впервые произведенный в 1668 г. (в несколько ином виде) знаменитым физиком Мариоттом, очень забавлял придворных Людовика XIV. Мариотт проделывал опыт так: помещал двух вельмож на расстоянии 2 м друг против друга и просил их рассматривать одним глазом некоторую точку сбоку, — тогда каждому казалось, что у его визави нет головы.

Эдм Мариотт (1620, Дижон–12.05.1684, Париж) — аббат, французский физик XVII века, родился в Бургундии в 1620 году.

Мариотт был одним из основателей (1666) и первых членов Академии наук, основанной в Париже. Умер в Париже в 1684 г.¹

¹ Здесь и далее курсивом — примечания редакции.

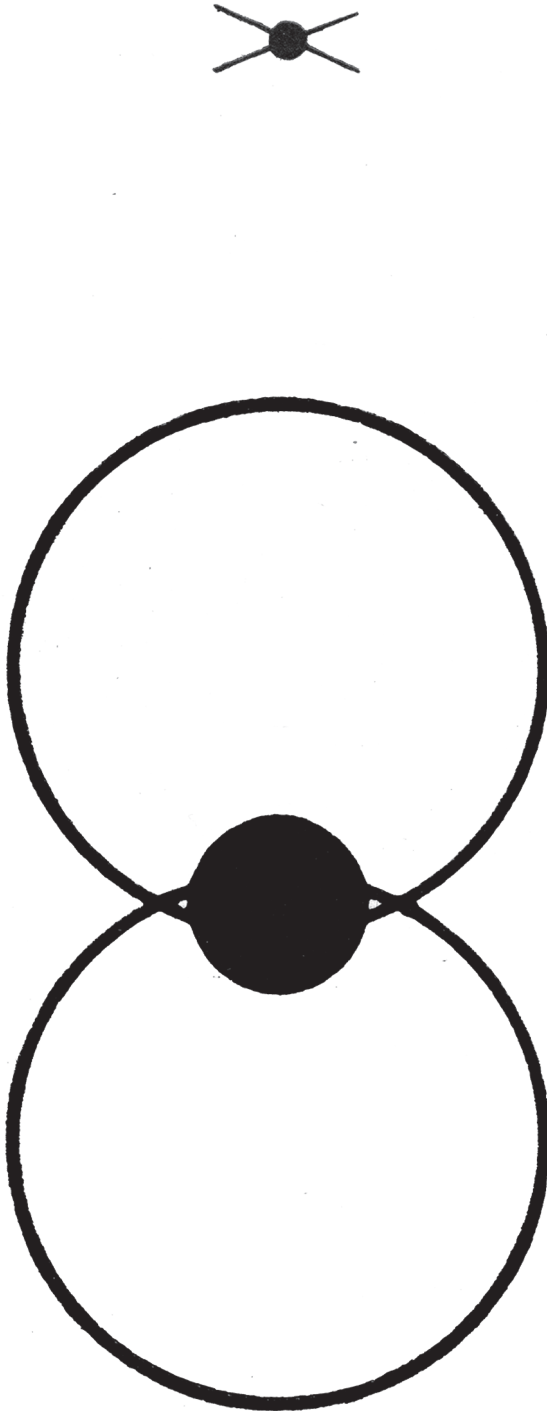
№ 3. Опыт Мариотта



Закрыв правый глаз, смотрите левым на верхний крестик, с расстояния 20–25 сантиметров. Вы заметите, что средний большой белый кружок исчезает совершенно, хотя оба меньших кружка по бокам его хорошо видны. Если, не меняя положения рисунка, смотреть на нижний крестик, кружок исчезает только отчасти.

Явление это обусловлено тем, что, при указанном положении глаза относительно фигуры, изображение кружка попадает на так назыв. «слепое пятно» — место входа зрительного нерва, нечувствительное к световым раздражениям.

№ 4. Слепое пятно



Этот опыт представляет собою видоизменение предыдущего. Рассматривая левым глазом крестик в правой части фигуры, мы на некотором расстоянии не увидим вовсе черного кружочка, хотя будем различать обе окружности.

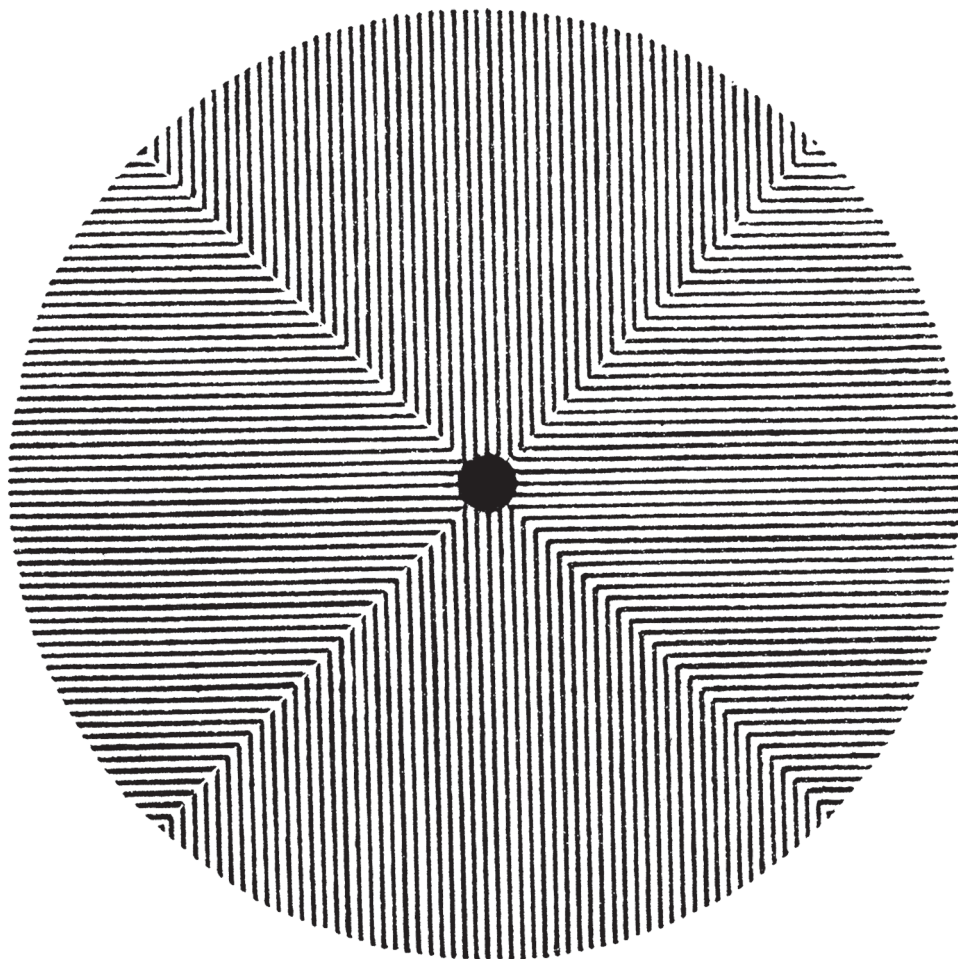
№ 5. Астигматизм



Смотрите на эту надпись одним глазом. Все ли буквы кажутся одинаково черными? Обычно одна из букв представляется более черной, нежели остальные. Но стоит повернуть надпись на 45° или 90° , чтобы казалась чернее уже другая буква.

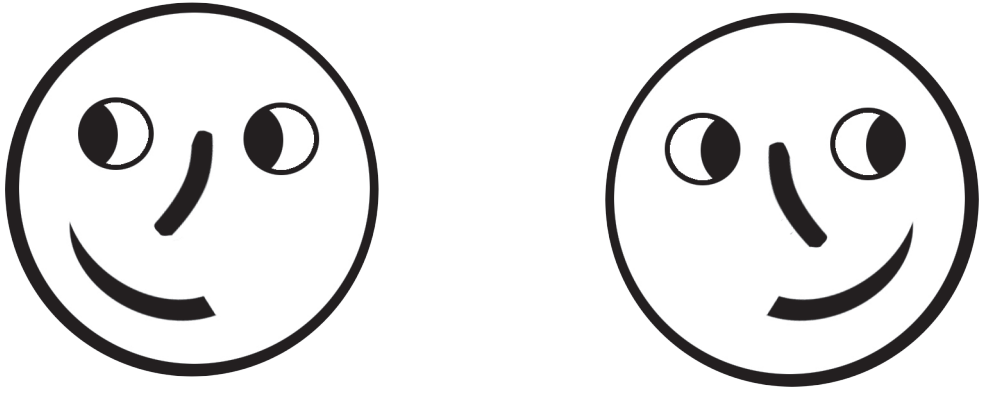
Явление это обусловлено так наз. а с т и г м а т и з м о м, т. е. неодинаковой выпуклостью роговой оболочки глаза в различных направлениях (вертикальном, горизонтальном). Редкий глаз вполне свободен от этого несовершенства.

№ 6. Астигматизм



Эта фигура дает другой способ (см. предыдущую иллюзию) обнаружить астигматизм глаза. Приближая ее к исследуемому глазу (закрыв другой), мы на некотором, довольно близком расстоянии, заметим, что два противоположных сектора представятся чернее других двух, которые будут казаться серыми.

№ 7



Глядя на эту фигуру, двигайте ее вправо и влево. Вам покажется, что глаза на рисунке перебегают из стороны в сторону.

Явление объясняется свойством глаза сохранять зрительные впечатления в течение короткого времени после того, как исчез вызвавший ее предмет (на том же основано и действие кинематографа).

№ 8

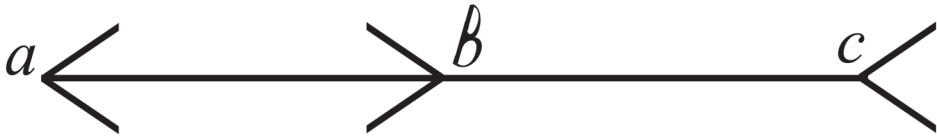


Сосредоточив взгляд на белом квадратике сверху, вы, приблизительно через полминуты, заметите, что нижняя белая полоса исчезнет (вследствие утомления сетчатки).

*Франц Карл Мюллер-Лир (5.02.1857–
29.10.1916). Немецкий психолог и социолог.*

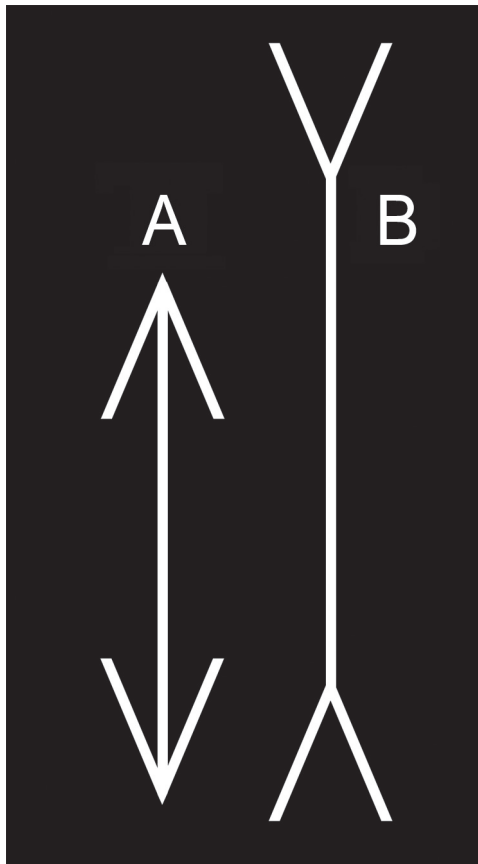
№ 9. Иллюзия Мюллер-Лиэра

Отрезок bc кажется длиннее ab , хотя они в точности равны.

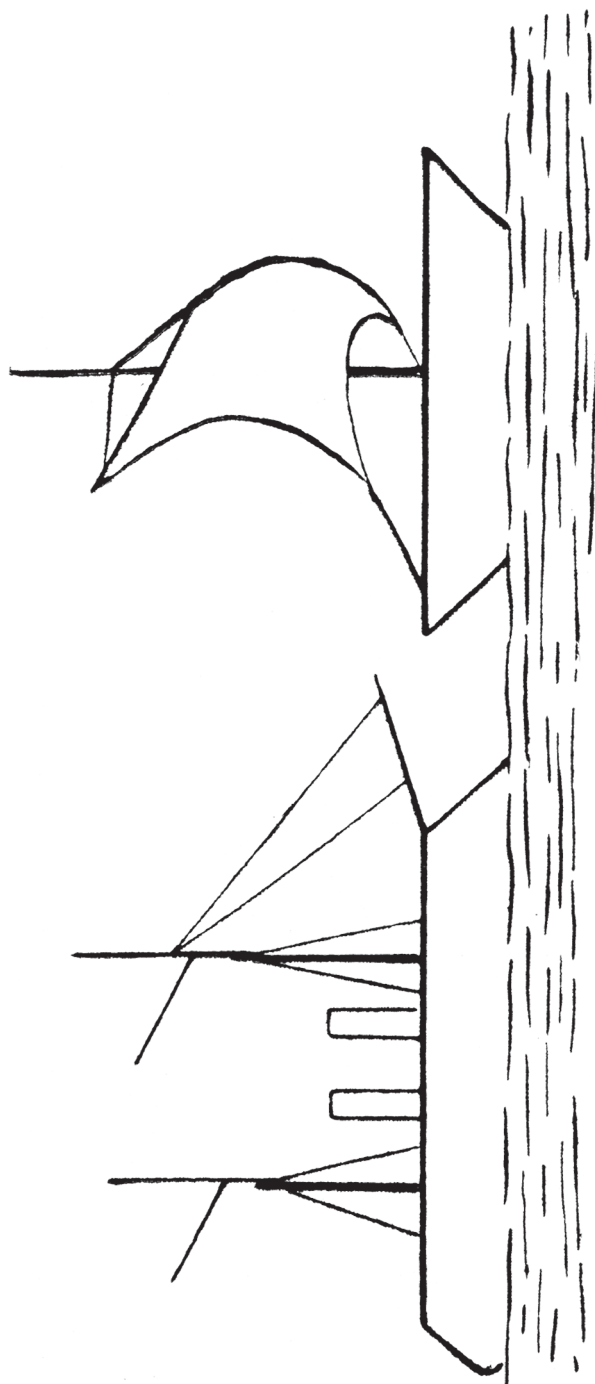


№ 10

Видоизменение предыдущей иллюзии: отвесная прямая линия A кажется короче равной ей прямой B .

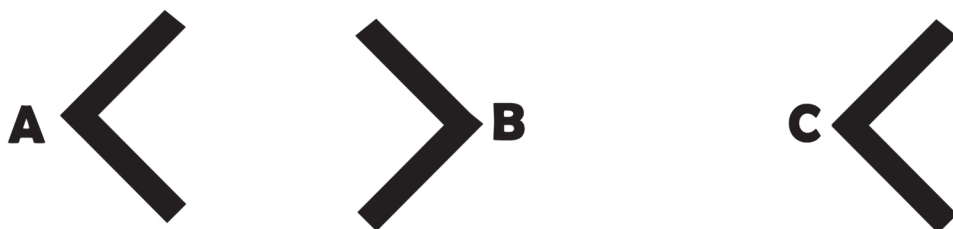


№ 11



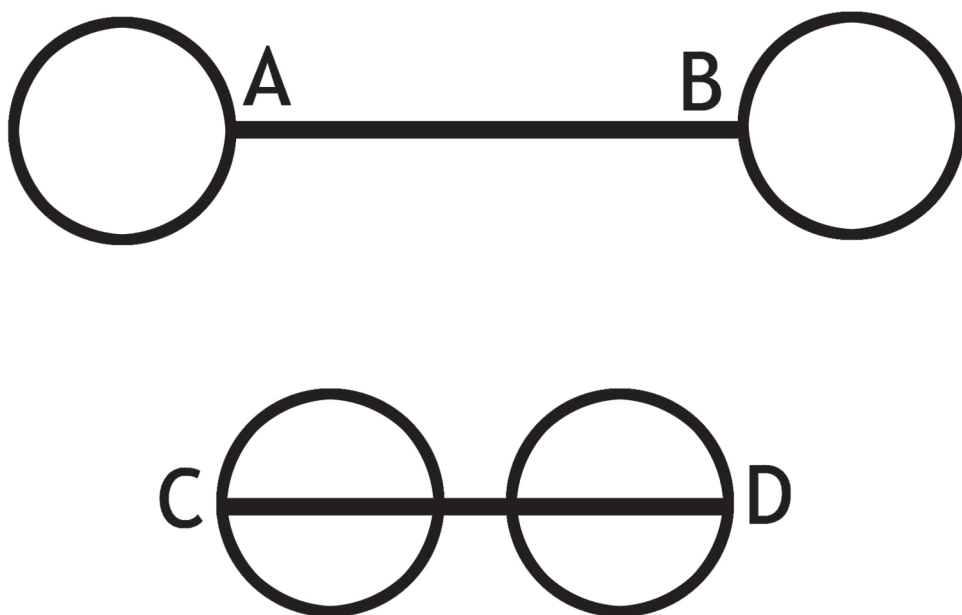
Палуба правого корабля кажется короче палубы левого. Между тем они изображены равными прямыми линиями.

№ 12



Расстояние AB кажется меньше равного ему расстояния BC .

№ 13



Расстояние AB кажется больше равного ему расстоянию CD .

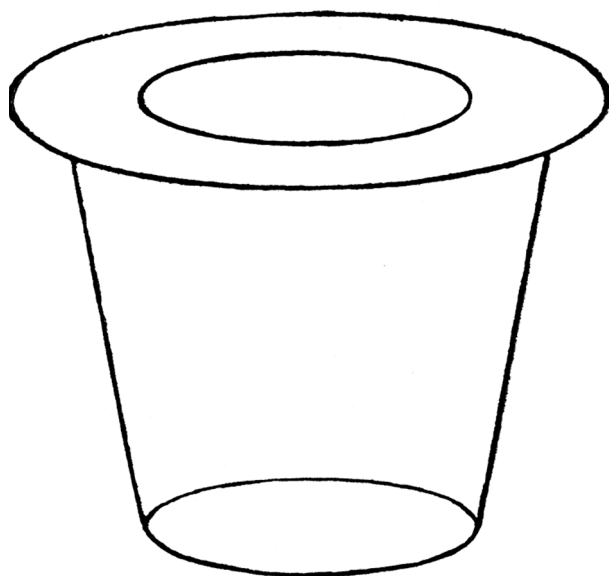
Иллюзия, изображенная под № 14, называется иллюзией Дельбёфа.

Жозеф Реми Леопольд Дельбёф (30.09.1831–14.08.1896). Бельгийский философ, математик, психолог

Иллюзия под № 15 и иллюзии под № 33, 37 называются иллюзиями Ястрова

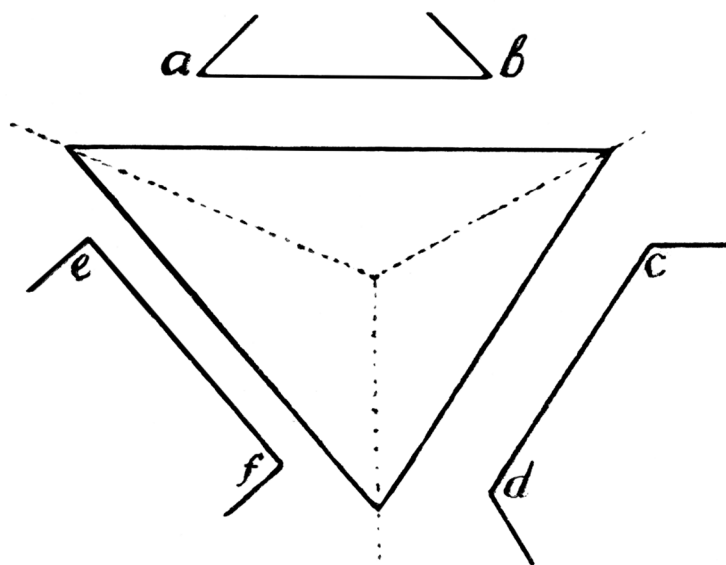
Джозеф Ястров (30.01.1863–8.01.1944) — американский психолог.

№ 14



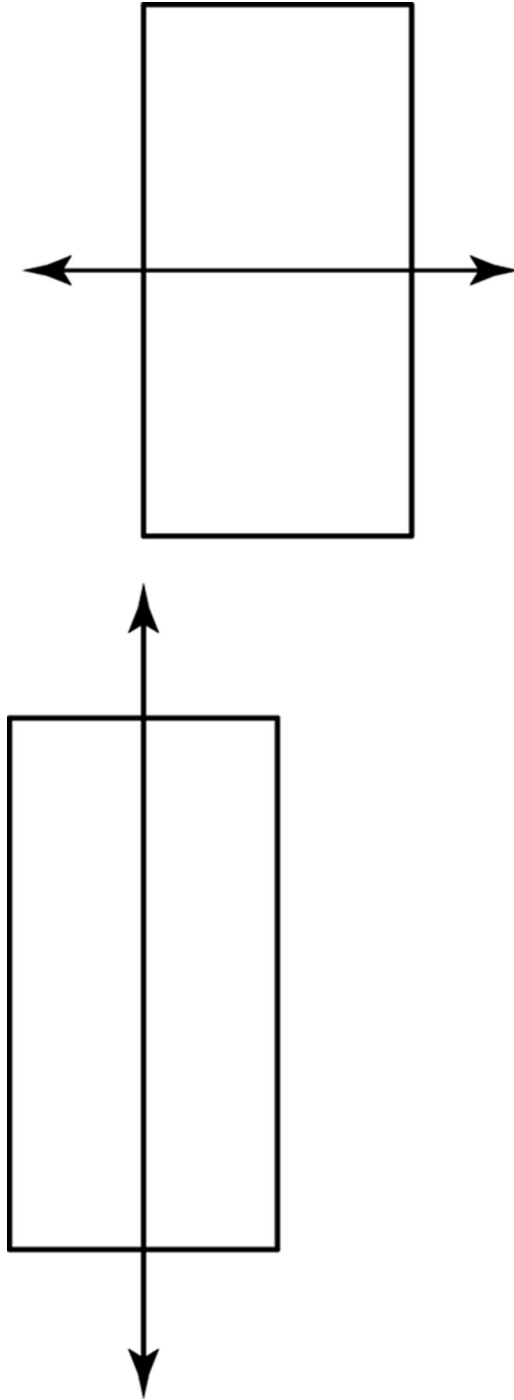
Нижний овал кажется больше внутреннего верхнего, хотя они одинаковы (влияние обстановки).

№ 15



Равные расстояния ab , cd и ef кажутся неравными (влияние обстановки).

№ 16



Прямоугольник, прочеркнутый вдоль (налево), кажется длиннее и уже равного ему прямоугольника, прочеркнутого поперек.

Иллюзии, изображенные под № 17, 18 и 19, называются иллюзиями Гельмгольца.

Герман Людвиг Фердинанд фон Гельмгольц (31.08.1821–8.09.1894) — немецкий физик, врач, физиолог, психолог.

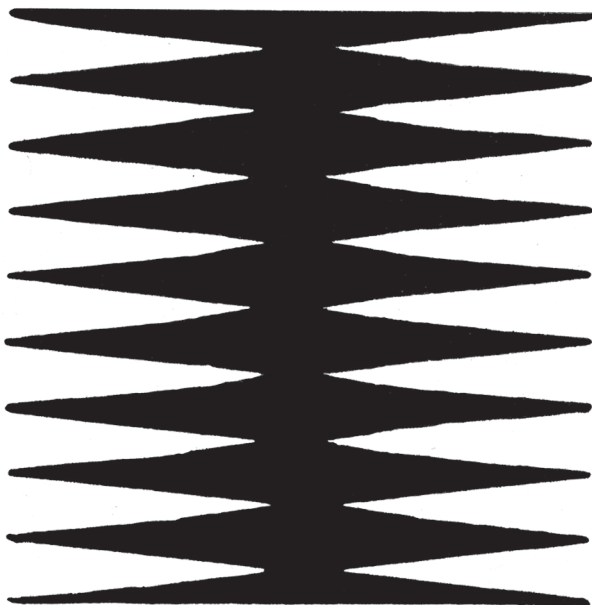
№ 17

Фигуры *A* и *B* — равные квадраты, хотя первая кажется выше и уже второй.



№ 18

Высота этой фигуры кажется больше ее ширины, хотя они равны.



№ 19

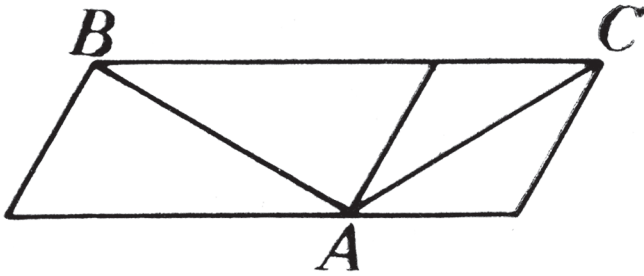


Высота цилиндра кажется больше его ширины; между тем, они равны.

Иллюзия, изображенная под № 20, 21 и 47, называется иллюзией Сандера.

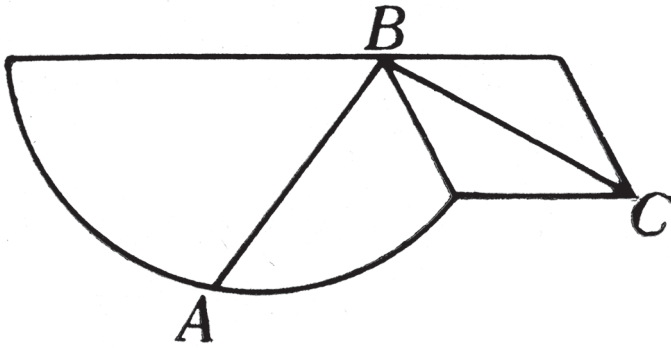
*Фридрих Сандер (19.11.1889–29.11.1971).
Немецкий психолог.*

№ 20



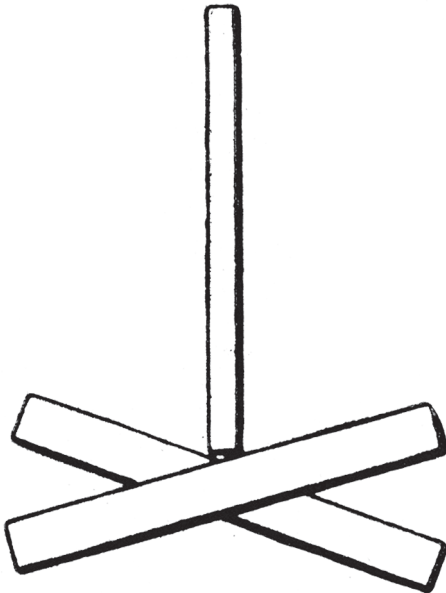
Расстояния AB и AC равны, хотя первое кажется длиннее.

№ 21



Расстояния BA и BC равны, хотя первое кажется длиннее.

№ 22



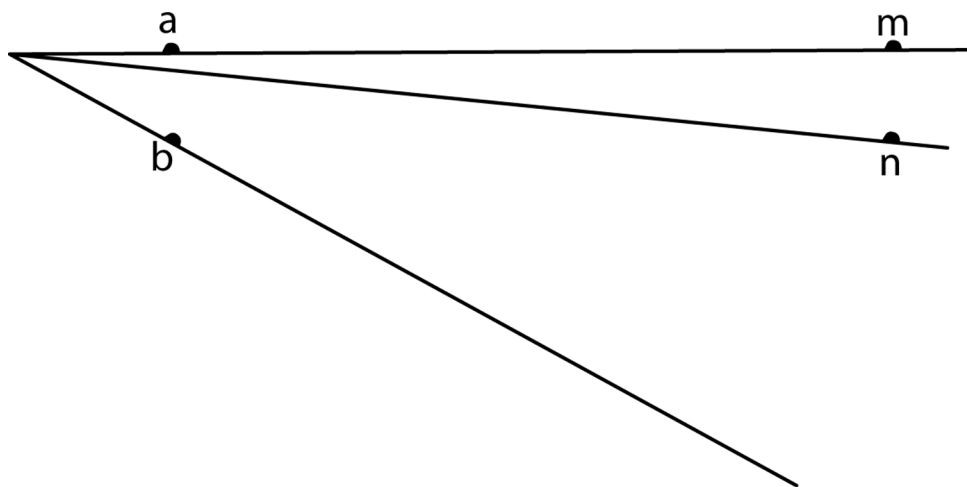
Отвесная узкая полоска кажется длиннее лежащих под нею широких, в действительности они равны.

Иллюзия, изображенная под № 23, 24 и 45, называется иллюзией Понцо.

Марио Понцо (1882–1960) — итальянский психолог.

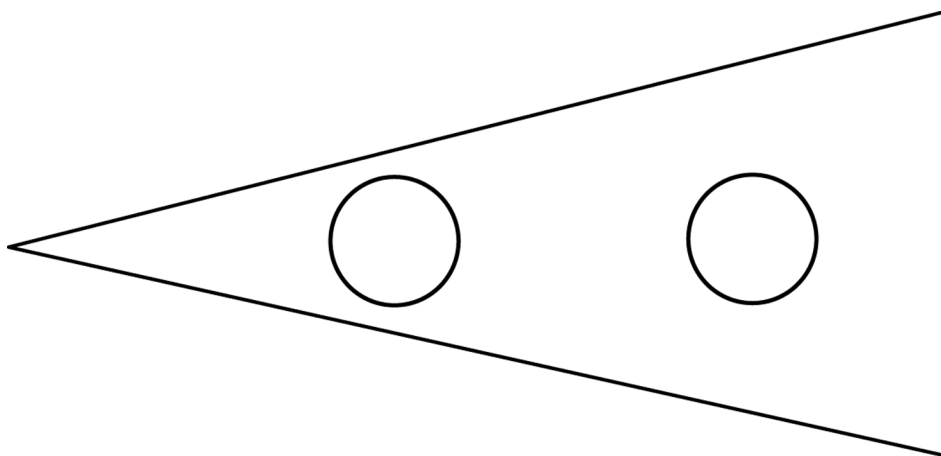
№ 23

Расстояние mn кажется больше равного ему расстояния ab .

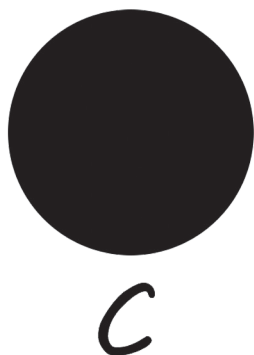


№ 24

Правый кружок этой фигуры кажется меньше равного ему левого.

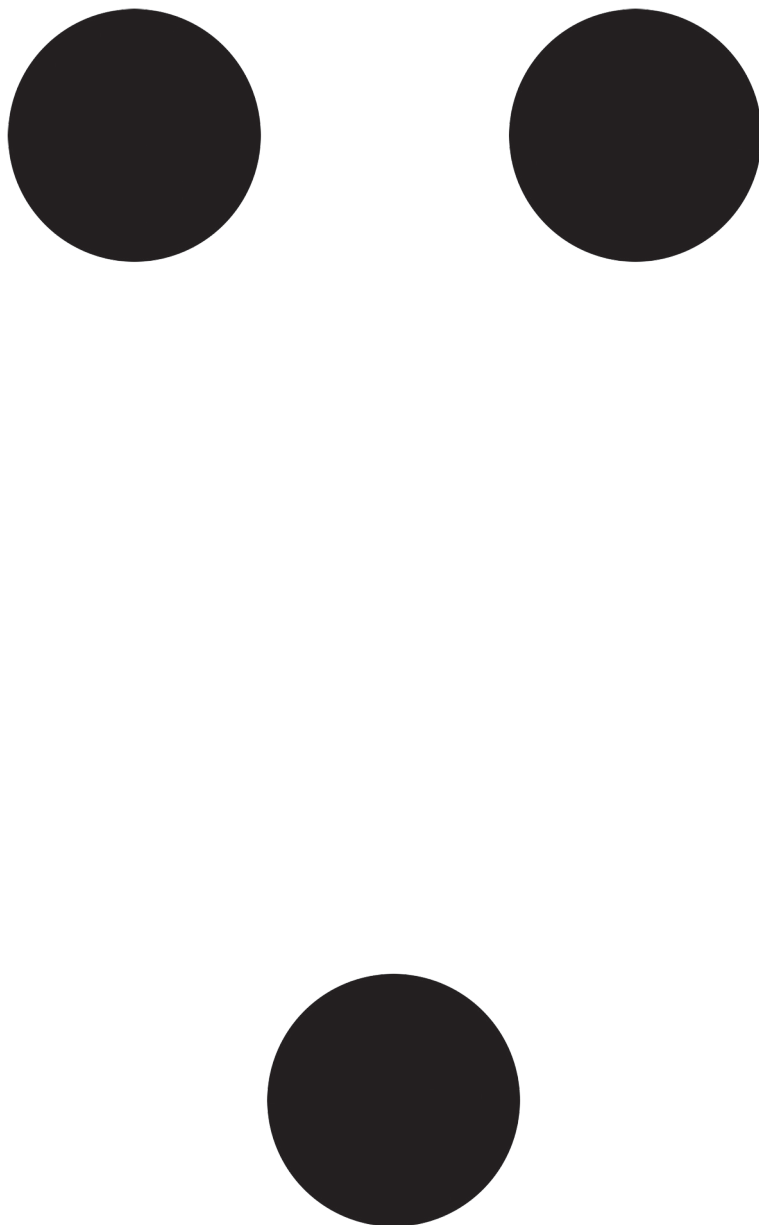


№ 25



Расстояние AB кажется меньше равного ему CD . Иллюзия усиливается при рассматривании фигуры издали.

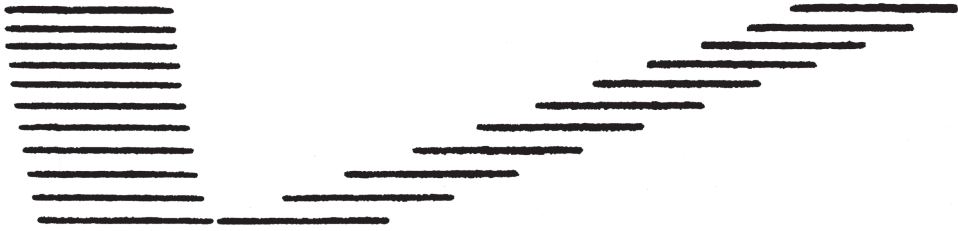
№ 26



Пустой промежуток между нижним кружком и каждым из верхних кажется больше, нежели расстояние между наружными краями верхних кружков. В действительности же они равны.

№ 27. Иллюзия «курительной трубки»

Правые черточки этой фигуры кажутся короче, нежели равные им левые.



№ 28. Иллюзия типографского шрифта

X 3 8 S

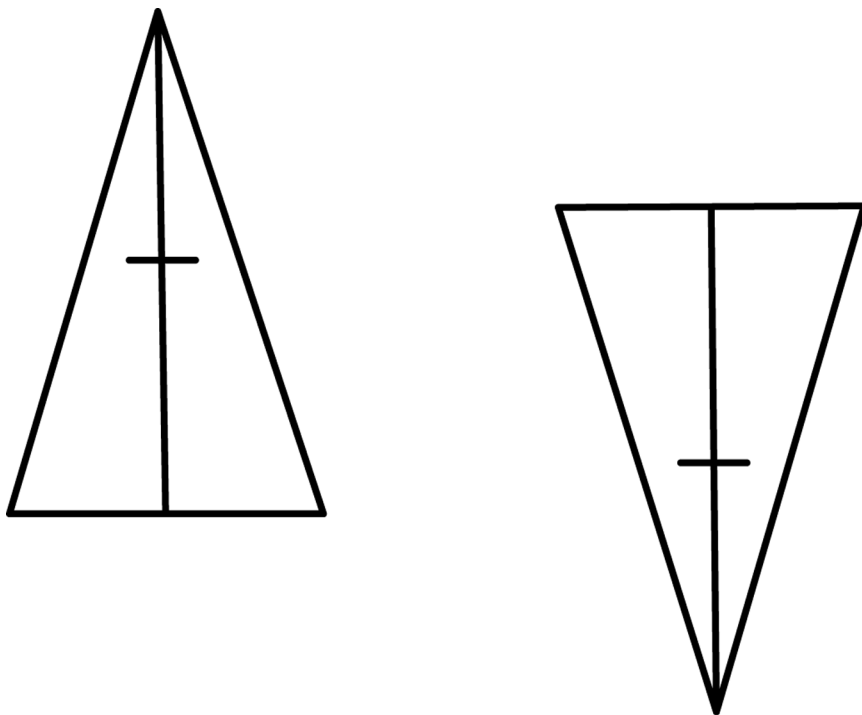
Верхняя и нижняя половины каждой из этих литер кажутся равными. Но, перевернув страницу, легко заметить, что верхние половины меньше.

*Иллюзии под № 30, 31, 32 называются
иллюзиями Поггендорфа.*

*Иоганн Христиан Поггендорф (29.12.1796–
24.01.1877) — немецкий физик.*

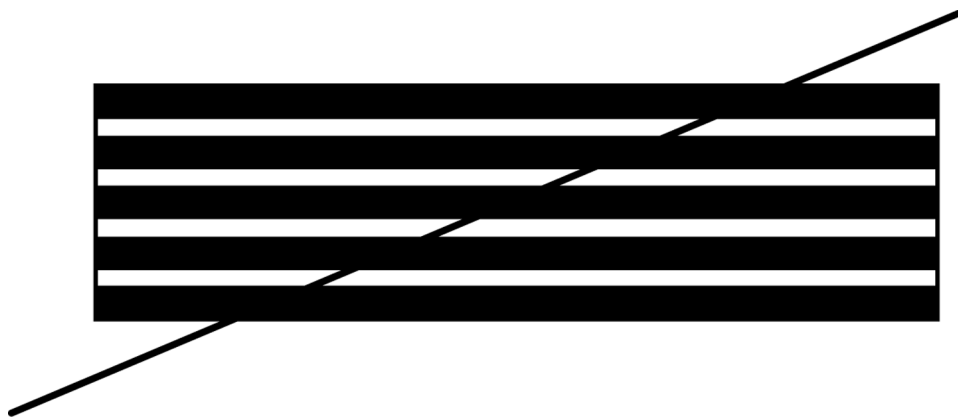
№ 29

Высоты треугольников разделены пополам, хотя кажется, что часть, прилегающая к вершине, короче.



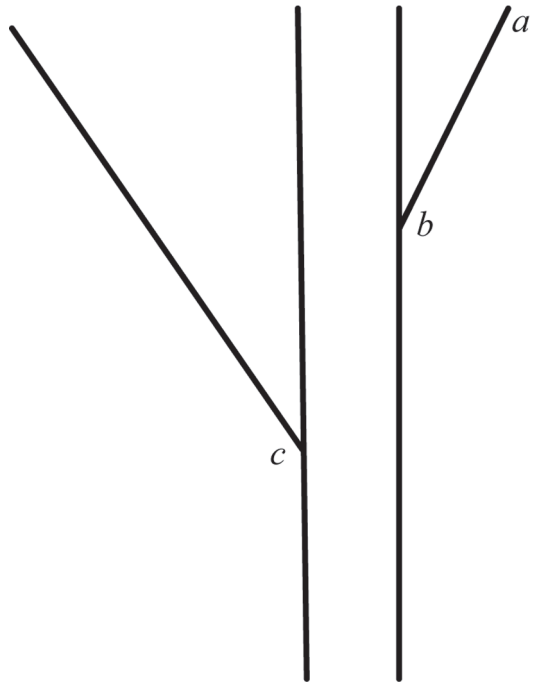
№ 30. Иллюзия Поггендорфа

Косая прямая линия, пересекающая черные и белые полосы, издали кажется изломанной.



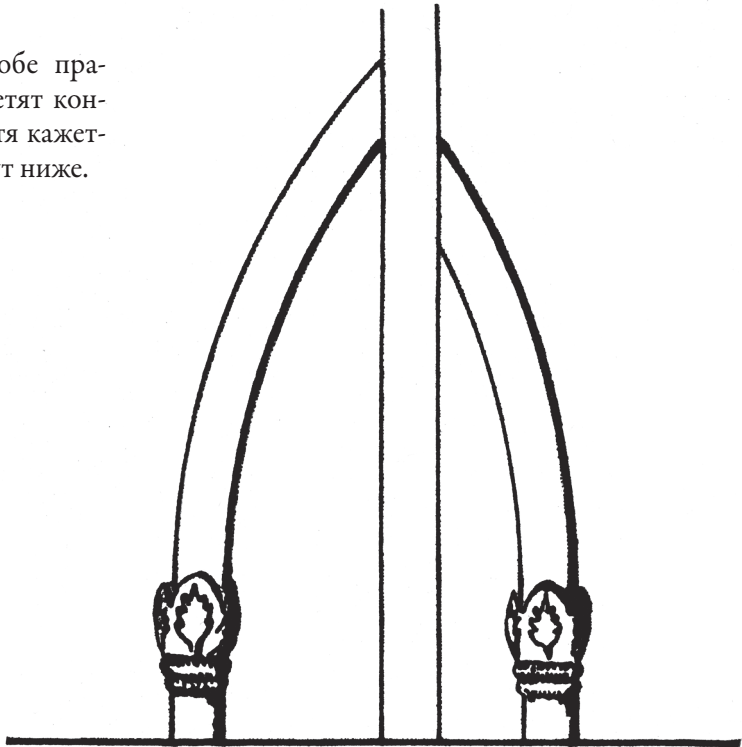
№ 31

Точка c , лежащая на продолжении прямой ab , кажется расположенной ниже.



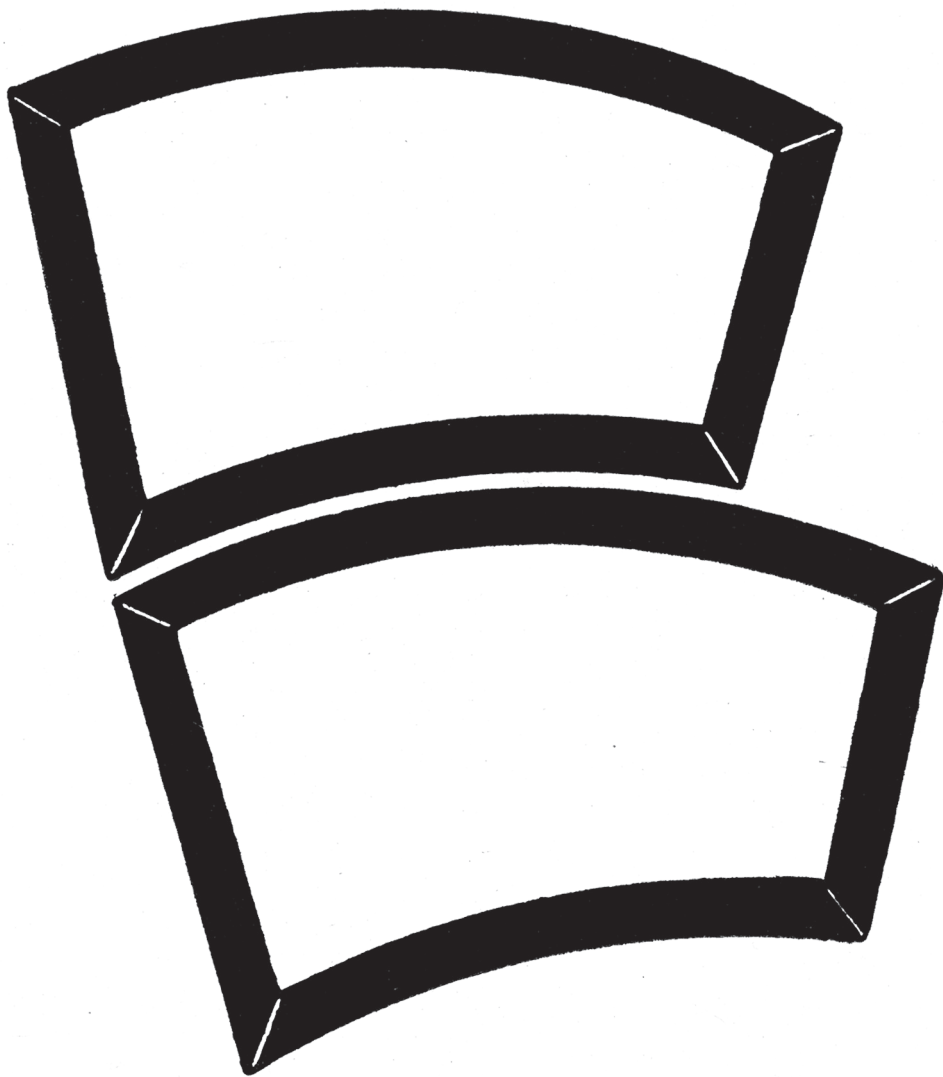
№ 32

Если продолжить обе правые дуги, они встретят концы левых дуг, — хотя кажется, что они пройдут ниже.



*Частный случай иллюзии Ястрова
(см. № 15).*

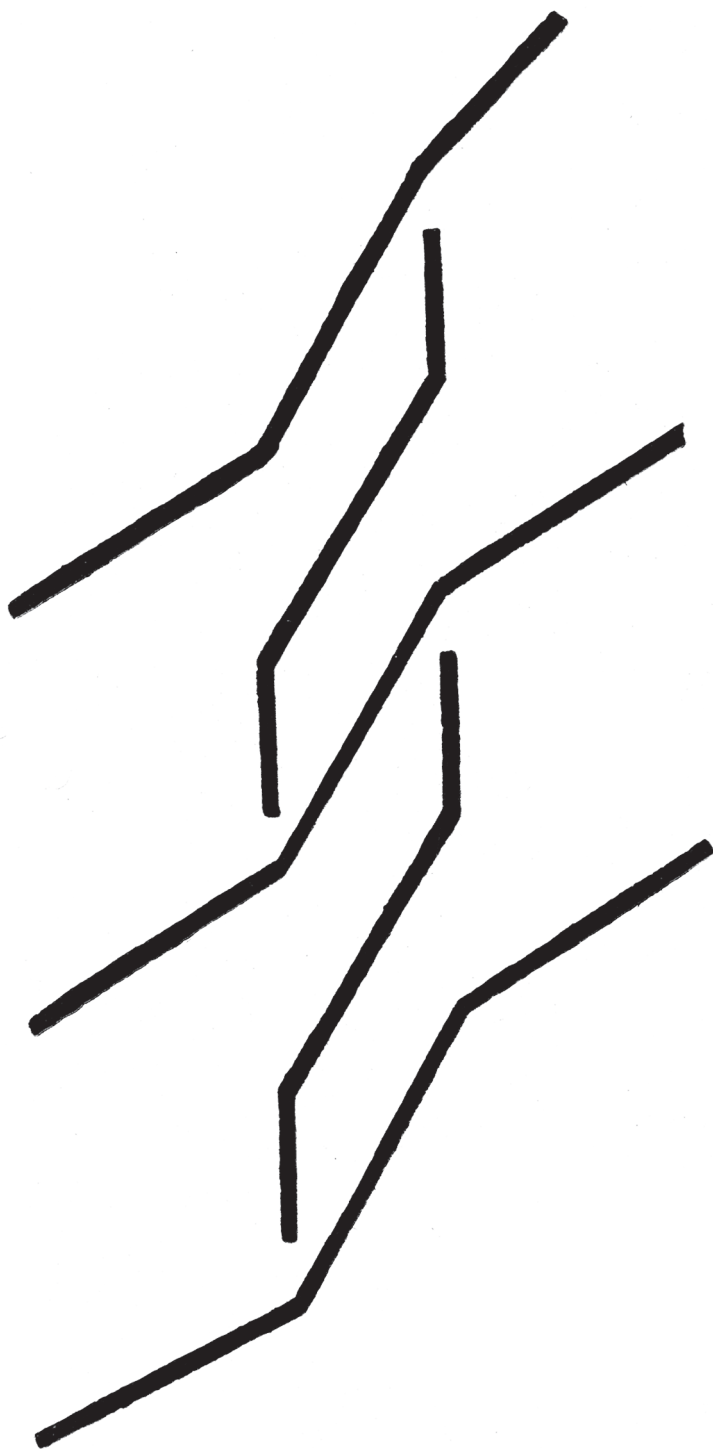
№ 33



Обе фигуры совершенно одинаковы, хотя верхняя кажется короче и шире нижней.

*Иллюзия под № 34 называется иллюзией Липпса.
Теодор Липпс (28.07.1851–17.10.1914) —
немецкий философ, психолог, эстетик.*

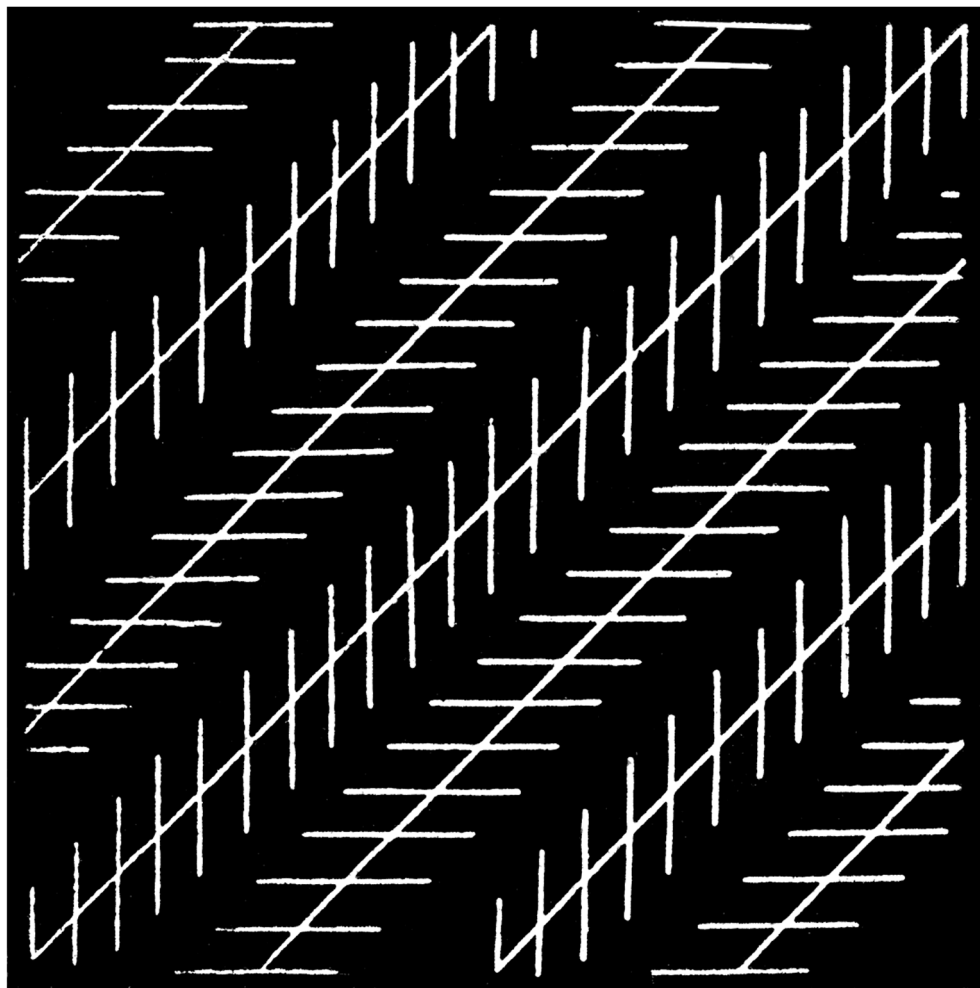
№ 34. Иллюзия Липса



Средние части этих линий кажутся непараллельными,
хотя они строго параллельны.

*Иоганн Карл Фридрих Цёлльнер (8.11.1834–
25.04.1882) — немецкий астроном.*

№ 35. Иллюзия Цёлльнера



Длинные косые линии этой фигуры параллельны, хотя кажутся расходящимися.

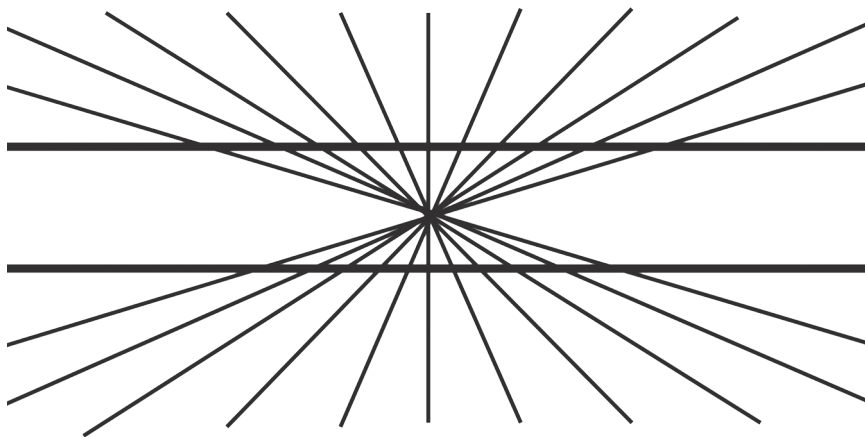
Иллюзия под № 36 ошибочно названа Перельманом иллюзией Геринга. На самом деле это иллюзия Вундта.

Вильгельм Максимилиан Вундт (16.08.1832–31.08.1920) — немецкий врач, физиолог и психолог.

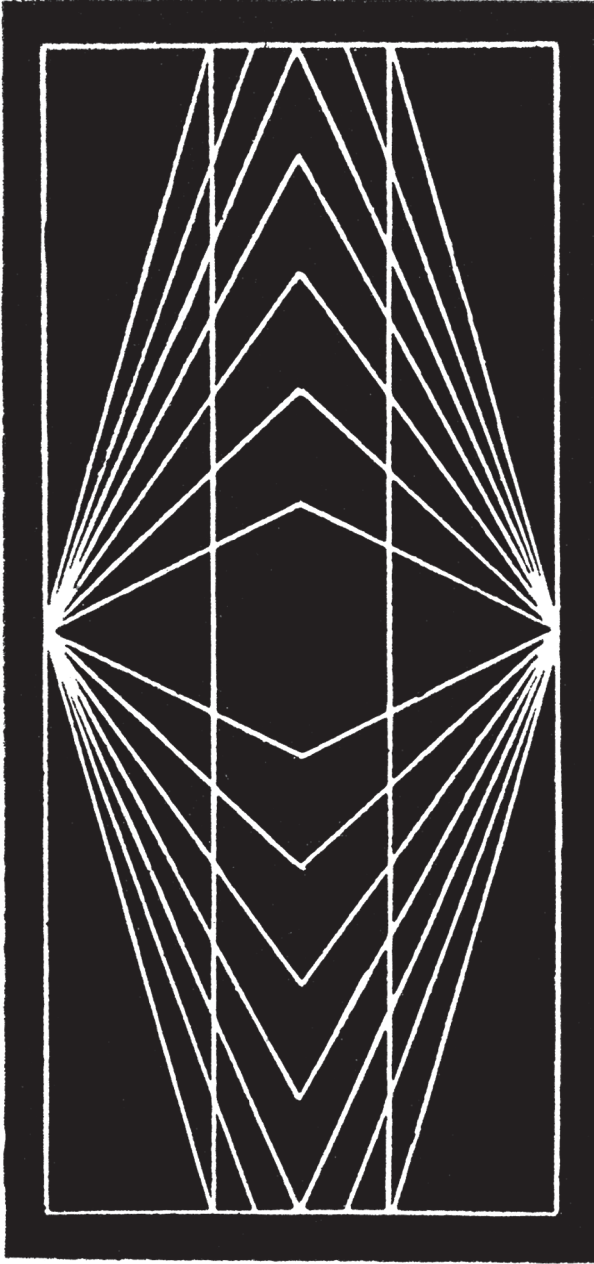
Иллюзия Геринга приведена на рисунке внизу.

Иллюзия Геринга производит аналогичный, но инвертированный эффект иллюзии Вундта.

Карл Эвальд Константин Геринг (1834–1918) — немецкий физиолог.



№ 36. Иллюзия Геринга



Две средние линии, идущие справа налево, — параллельные прямые, хотя кажутся дугами, обращенными выпуклостью одна к другой.

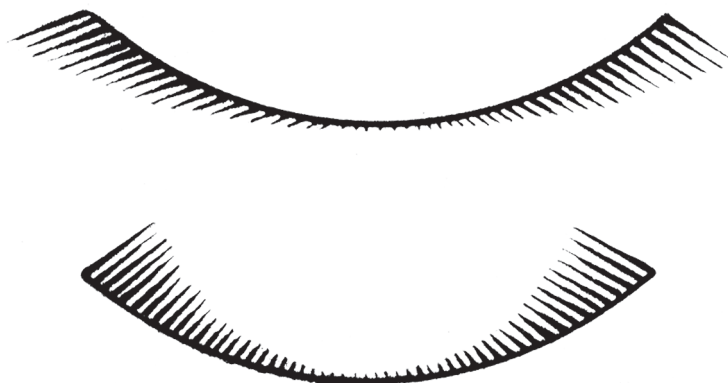
Иллюзия пропадает: 1) если, подняв фигуру на уровень глаз, смотреть на нее так, чтобы взгляд скользил вдоль линий; 2) если, поместив конец карандаша к какой-нибудь точке фигуры, сосредоточить взгляд на этой точке.

Иллюстрация № 37 является частным случаем иллюзии Ястрова (см. № 15).

*Иллюстрация № 38 называется иллюзией Эренштейна.
Вальтер Эренштейн (10.10.1899–16.10.1961) —
немецкий психолог.*

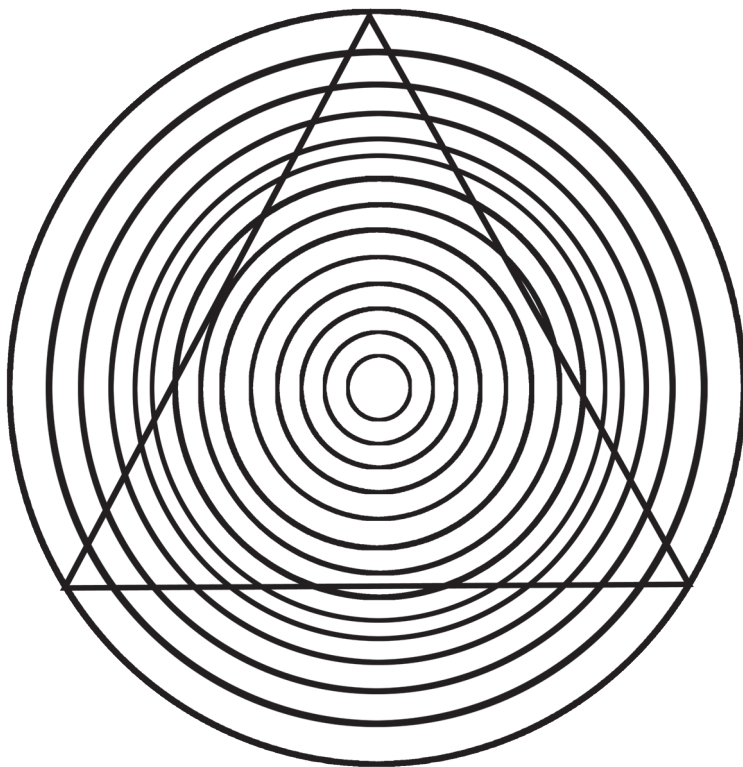
№ 37

Нижняя дуга кажется выпуклее и короче верхней.
Между тем, обе дуги одинаковы.



№ 38

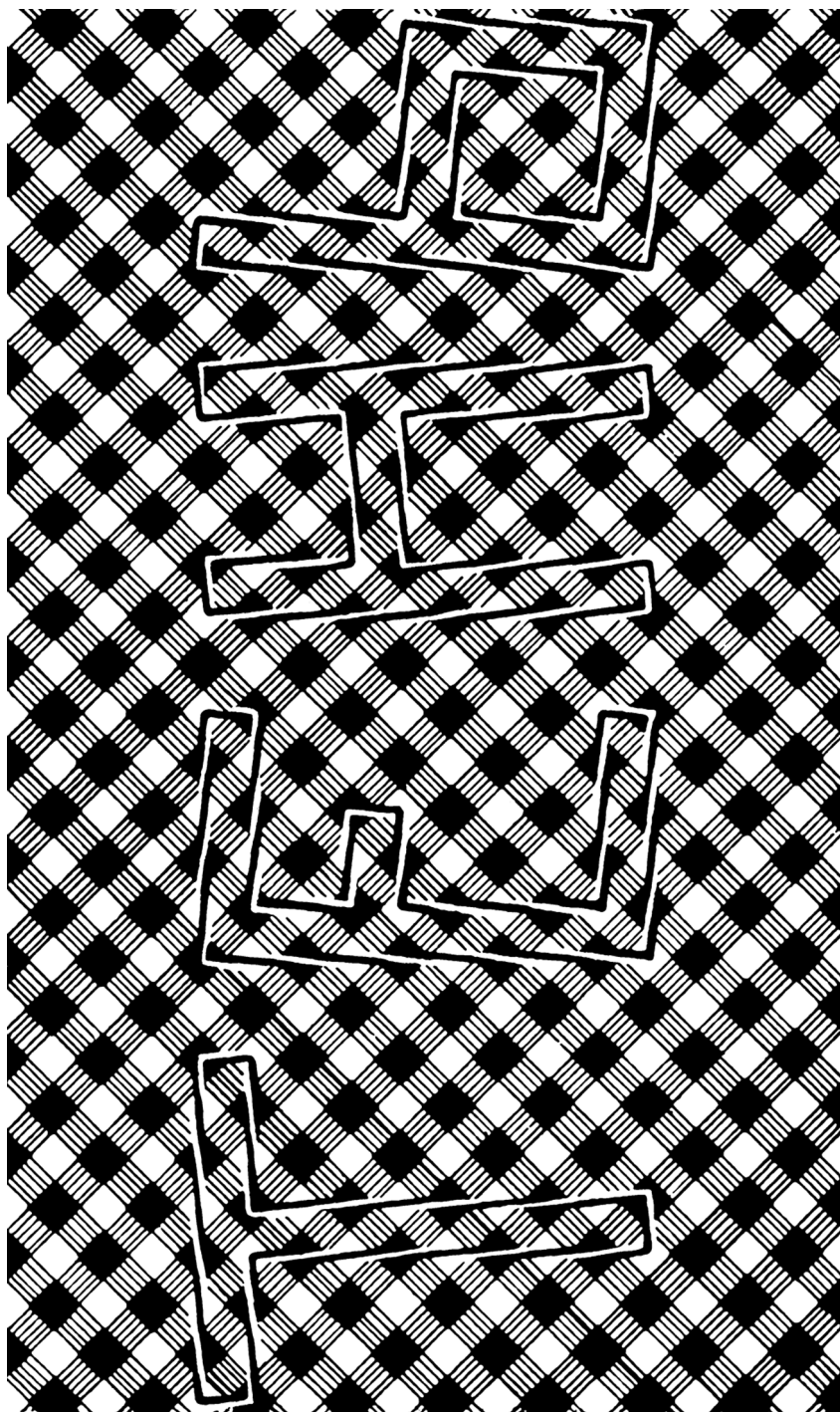
Стороны треугольника кажутся вогнутыми;
в действительности они прямолинейны.



Иллюстрации № 39, 40, 41 носят название иллюзии Фрейзера.

Джеймс Фрейзер (1863–1936), британский психолог.

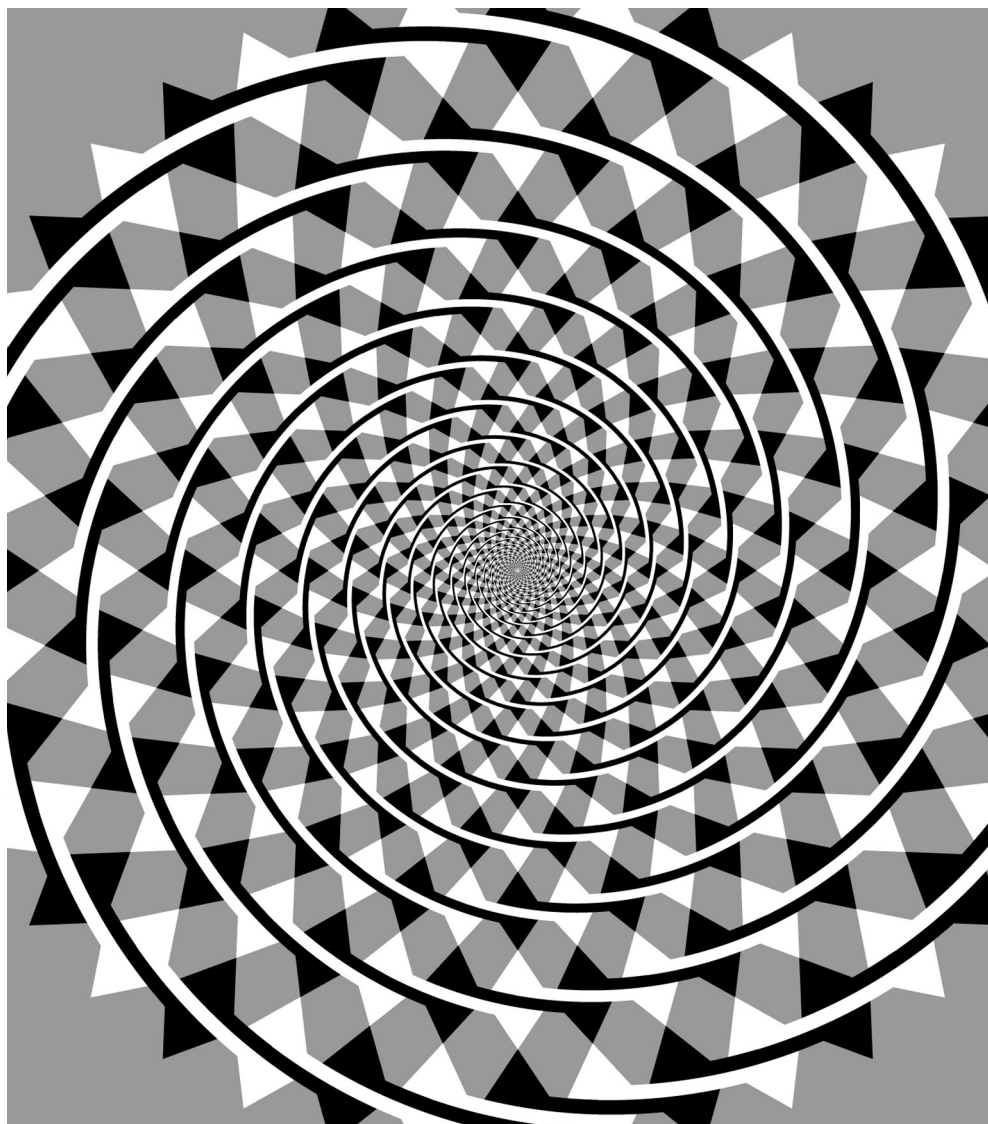
№ 39



Буквы этой надписи поставлены прямо.

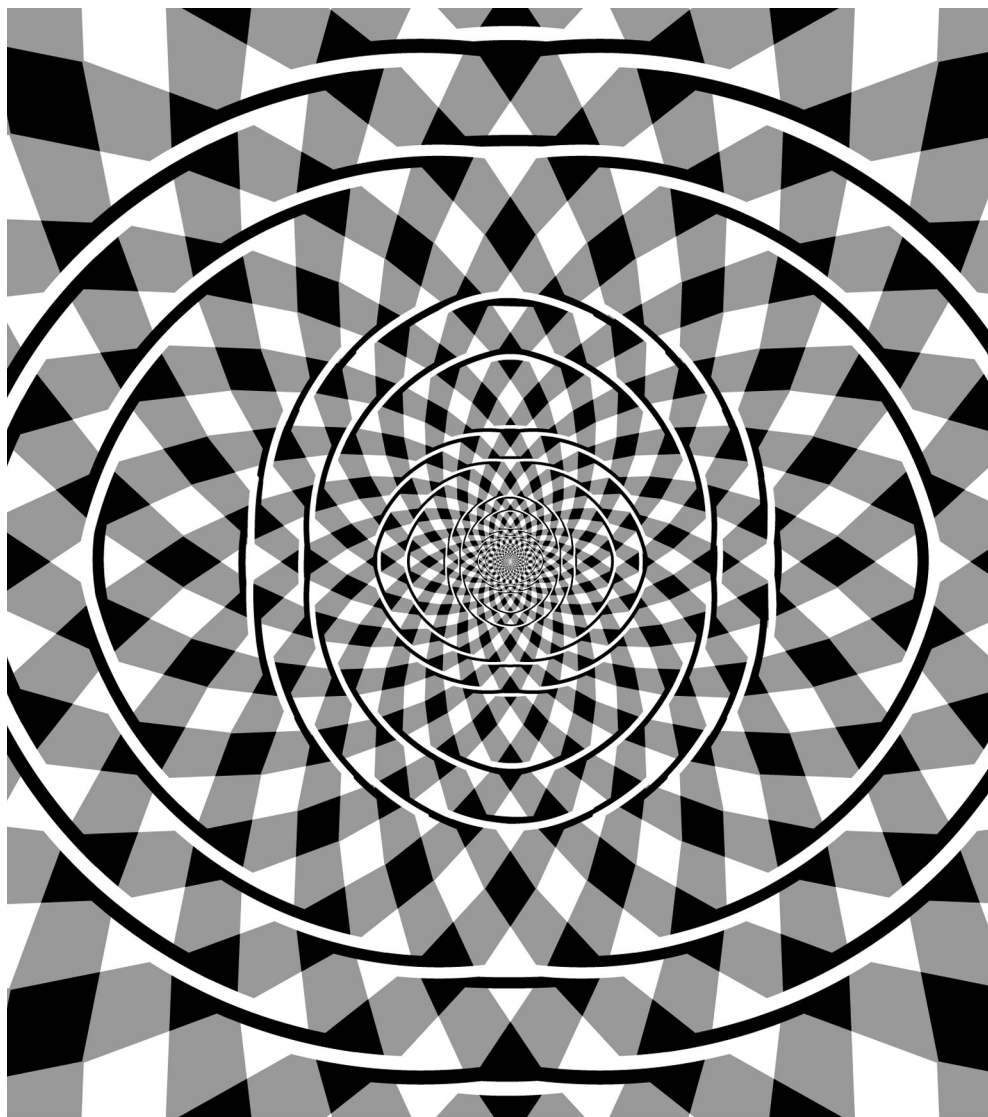
№ 40

Кривые линии этой фигуры кажутся спиралью, между тем это окружности, — в чем легко убедиться, водя вдоль них заостренной палочкой.

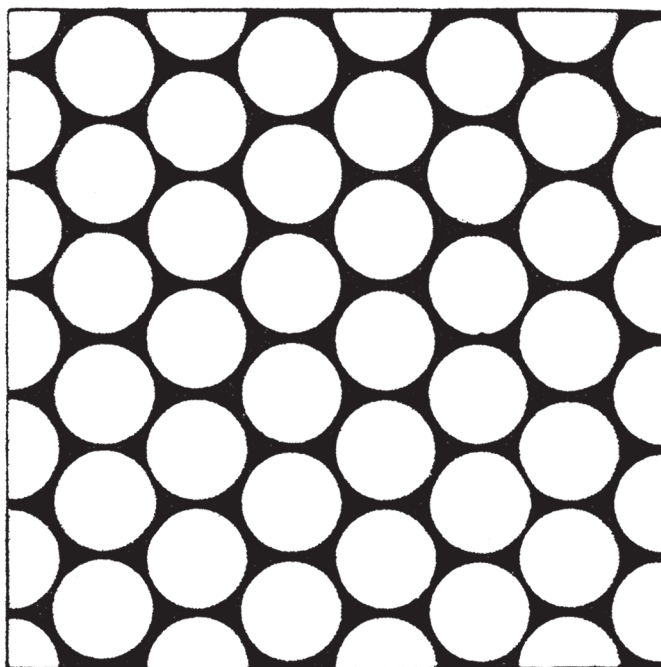


№ 41

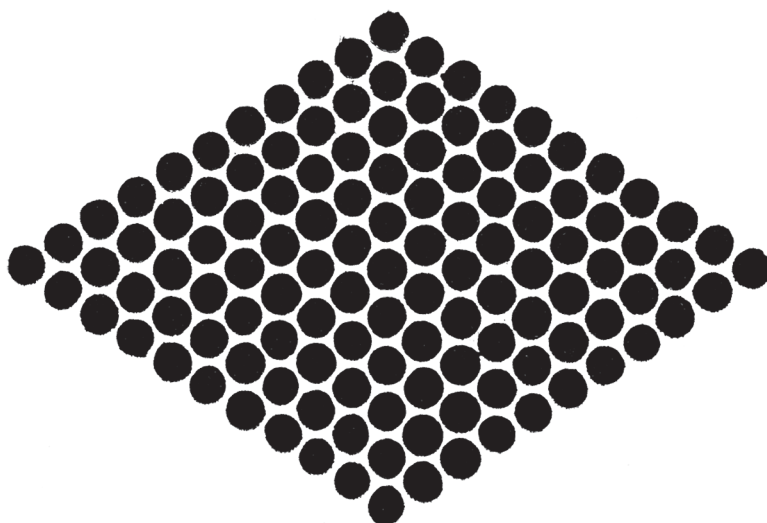
Кривые линии этой фигуры кажутся овалами; в действительности же это круги, как легко проверить циркулем.



№ 42

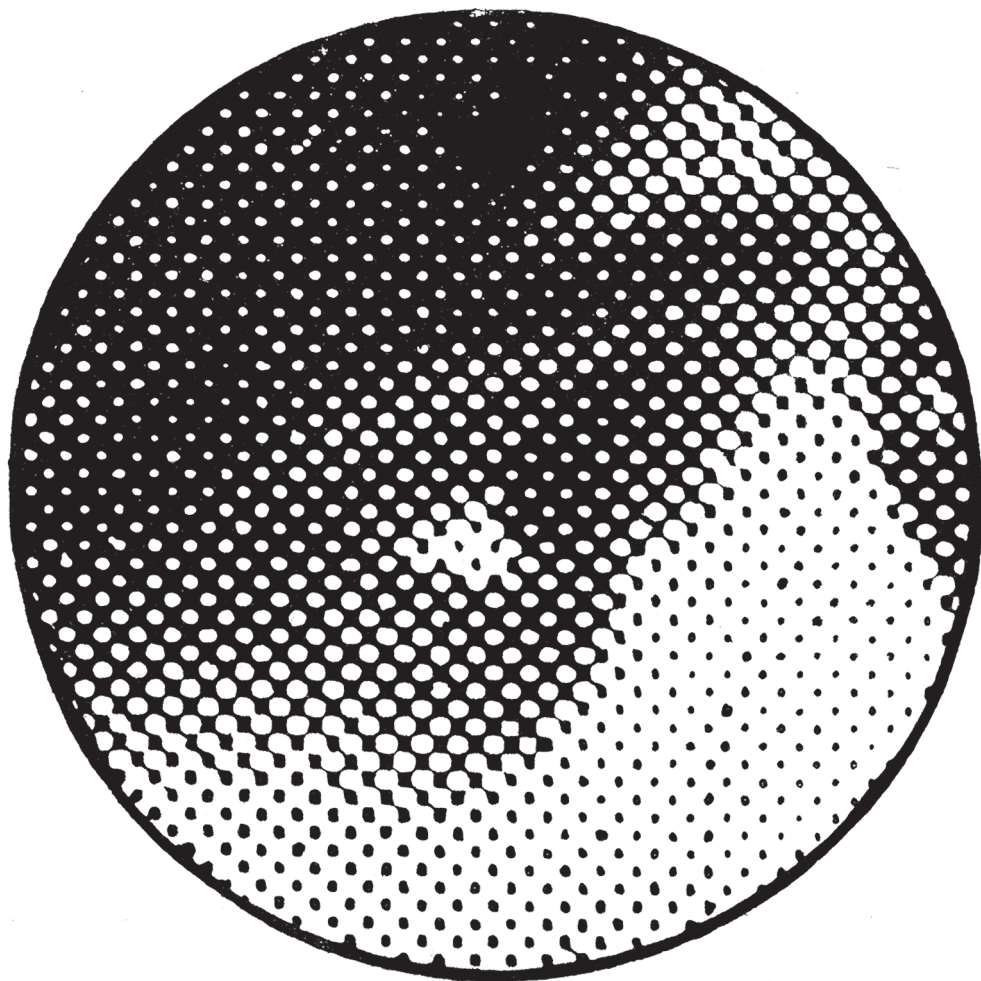


№ 43



На некотором расстоянии кружочки этих фигур (и белые и черные) кажутся шестиугольниками.

№ 44. Иллюзия автотипий



Рассматривая эту сетку издали, легко различить на ней глаз
и часть носа женского лица.

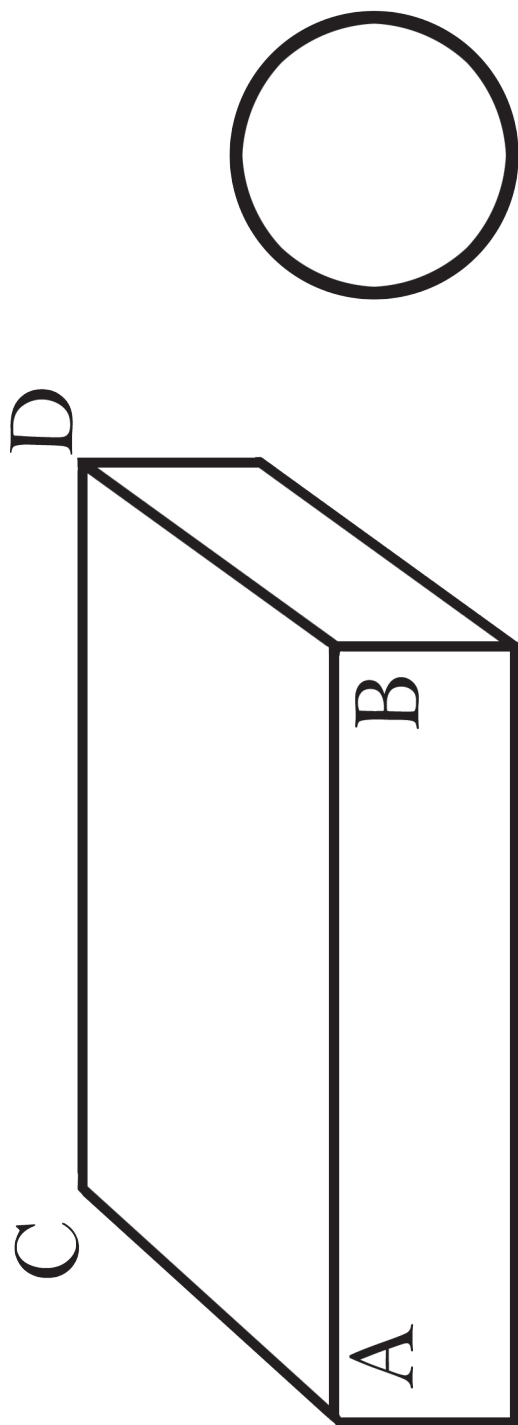
Фигура представляет собою часть автотипии (обыкновенной иллюстрации в книге),
увеличенную в десять раз.

*Частный случай иллюзии Понцо
(см. №№ 23–24).*

№ 45

Верхний силуэт кажется длиннее нижнего, хотя они равны по длине.

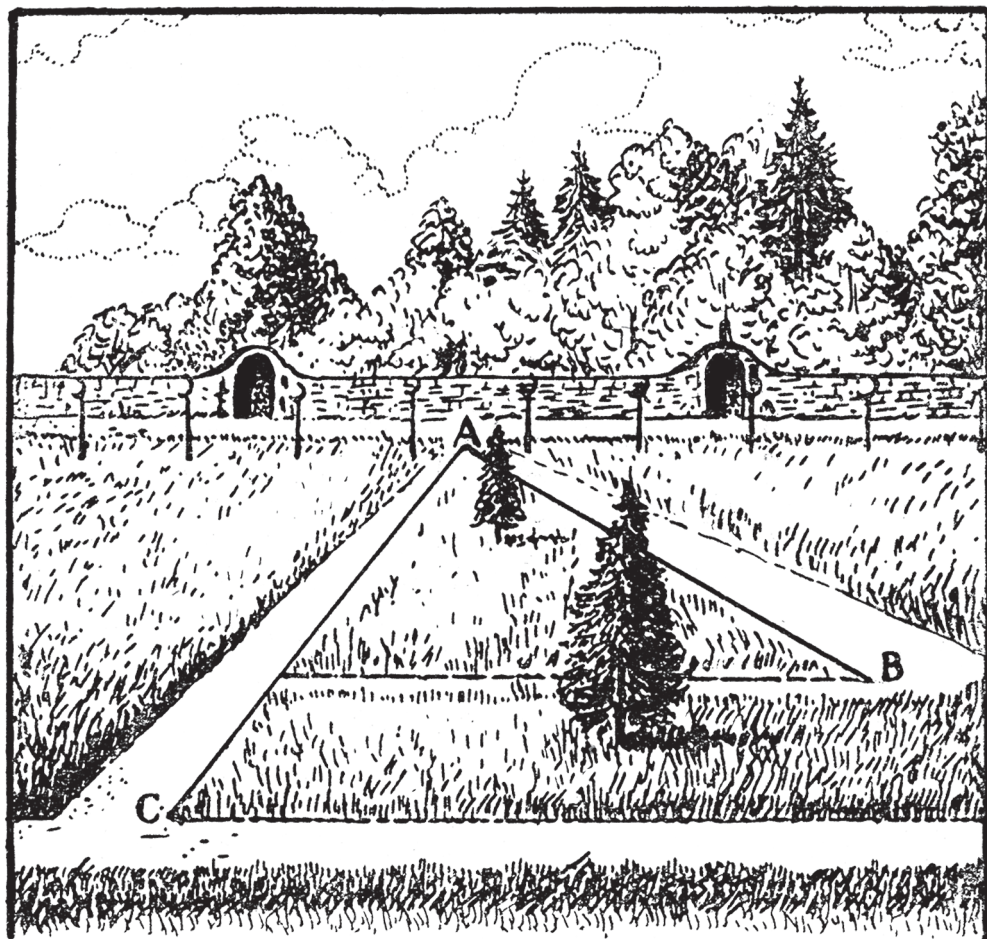




Поместится ли изображенный здесь кружок между прямыми АВ и CD? На глаз кажется, что поместится. В действительности же кружок шире расстояния между этими прямыми.

*Частный случай иллюзии Сандера
(см. №№ 20–21).*

№ 47

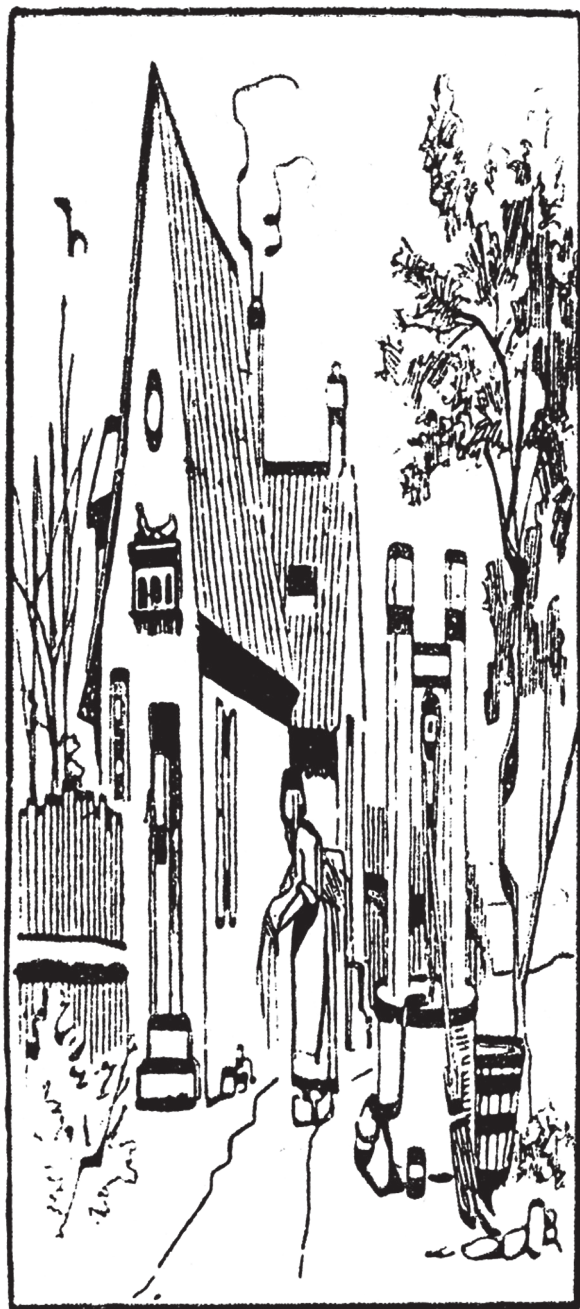


Расстояние AC кажется больше равного ему расстояния AB .

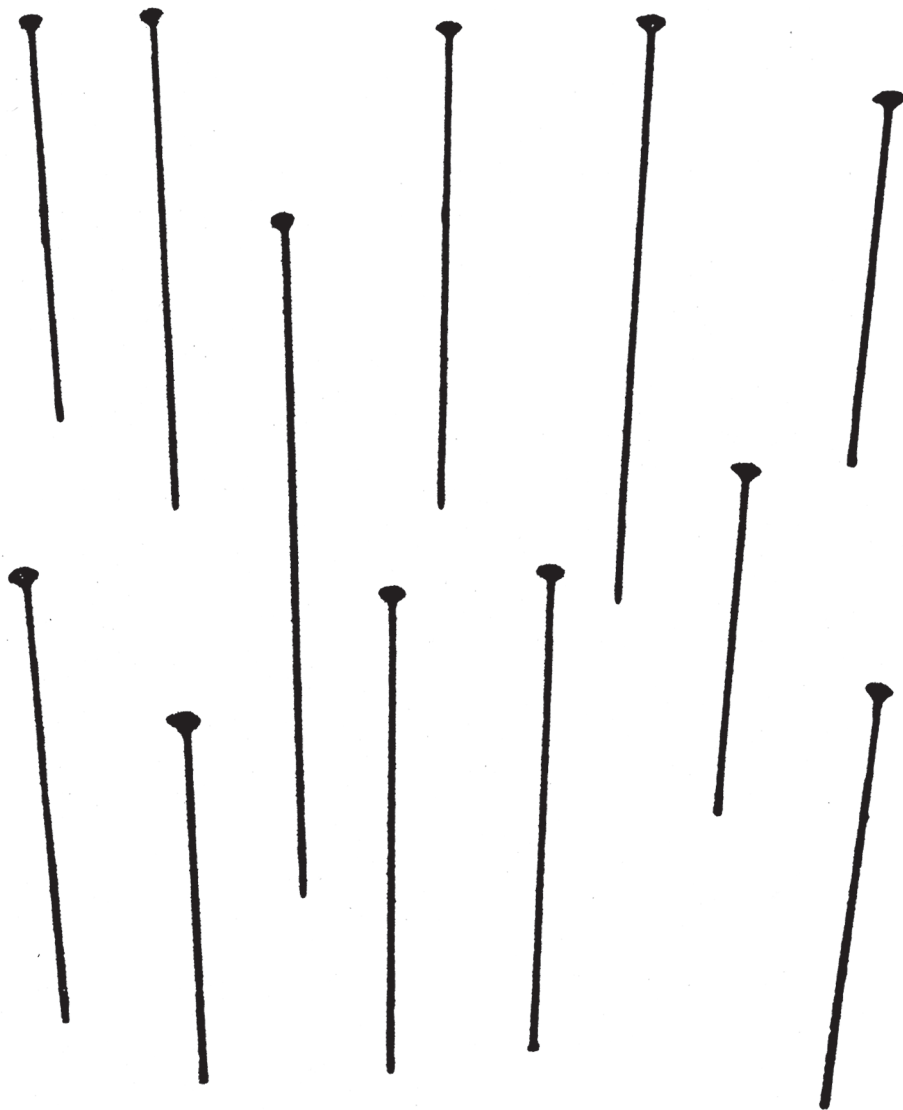


№ 48

Подняв рисунок на уровень глаз так, чтобы взгляд скользил вдоль него, мы увидим картину, изображенную здесь слева.



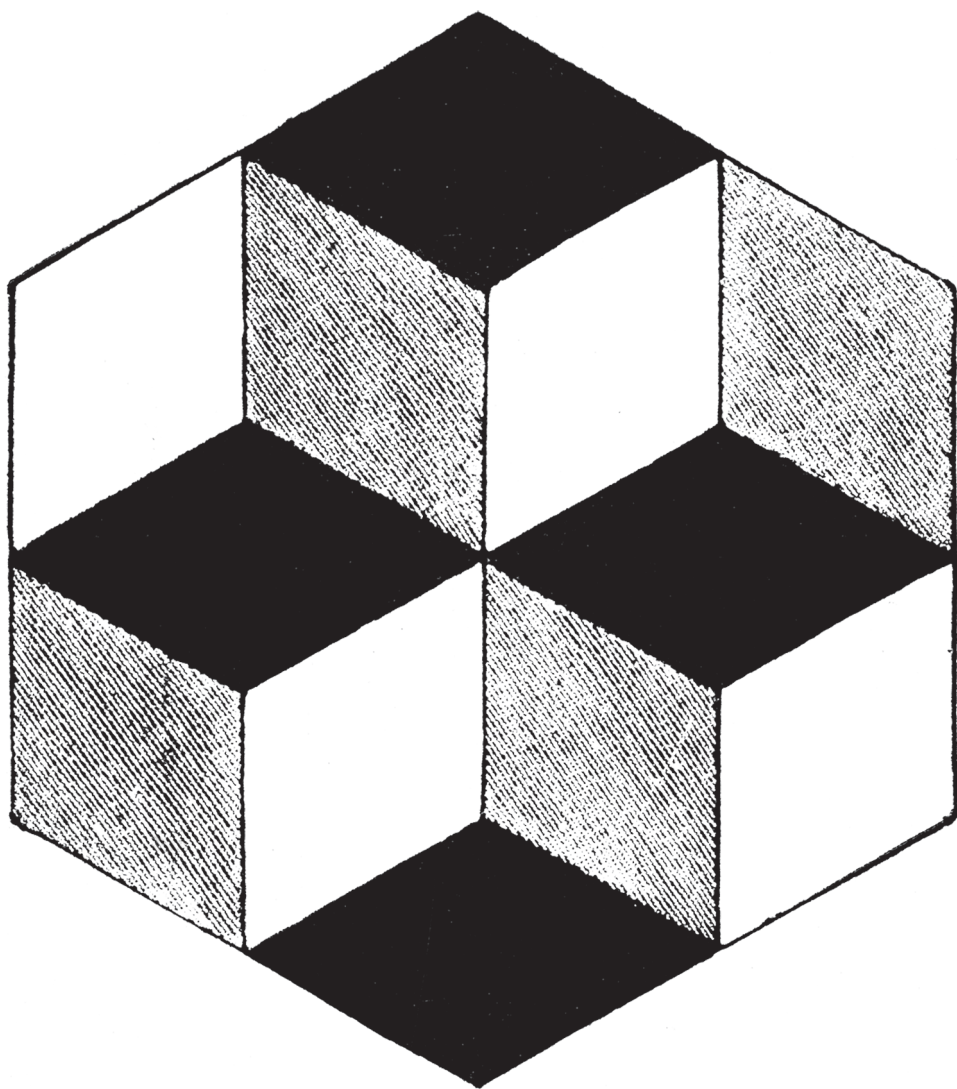
№ 49



Поместите один глаз (закрыв другой) приблизительно в той точке, где пересекаются продолжения этих линий. Вы увидите ряд булавок, словно воткнутых в бумагу. При легком перемещении рисунка из стороны в сторону булавки кажутся качающимися.

*Иллюзия № 50 носит название куба Неккера.
Луис Альберт Неккер (10.04.1786–20.11.1861) —
швейцарский кристаллограф и географ.*

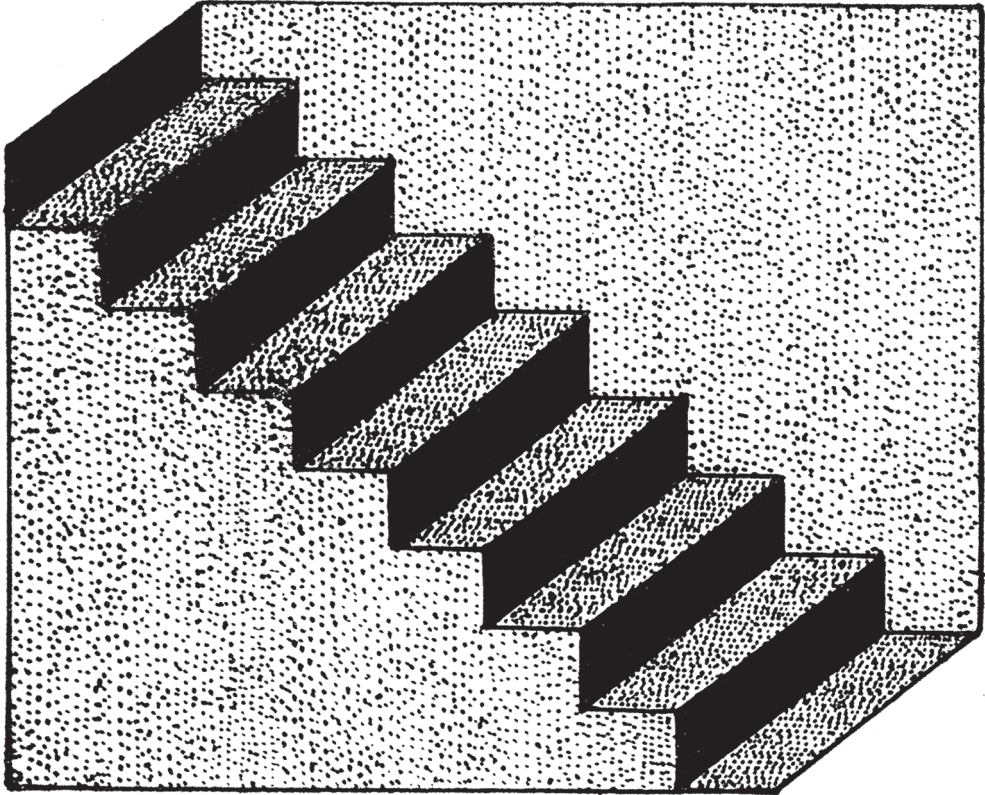
№ 50



При продолжительном рассматривании этой фигуры вам будут казаться выступающими вперед поочередно то два куба сверху, то два куба снизу. Вы можете и по произволу, усилием воображения, вызывать то или иное представление.

Генрих Георг Фридрих Шрёдер (28.09.1810–12.05.1885) немецкий естествоиспытатель (физик, химик), математик и педагог.

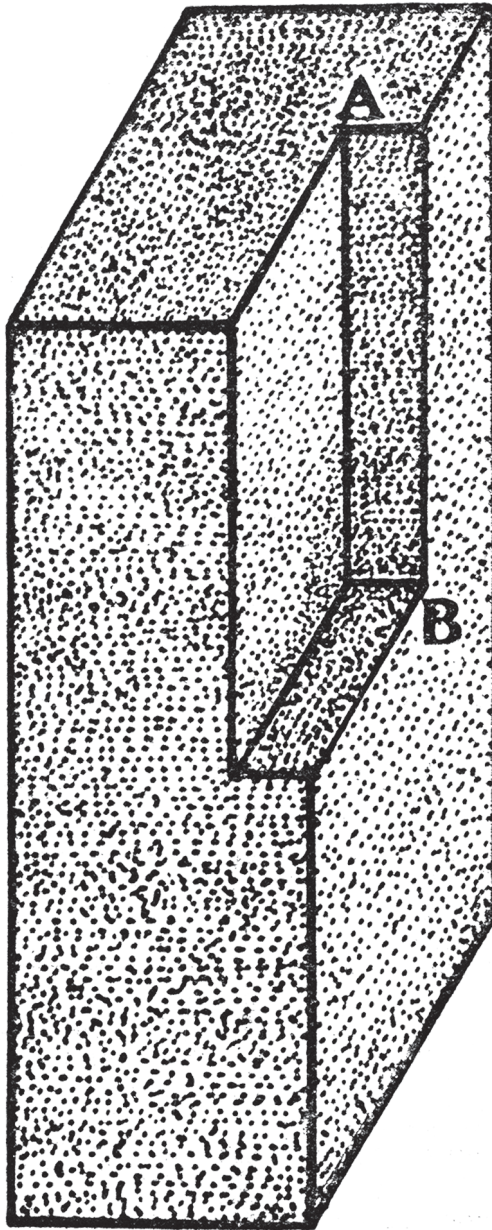
№ 51. Лестница Шрёдера



Эта фигура может представиться вам тройко: 1) в виде лестницы; 2) в виде ступенчатой ниши и 3) в виде бумажной полосы, согнутой «гармоникой» и протянутой наискось. Представления эти могут сменять одно другое произвольно или по вашему желанию.

№ 52

Фигура эта может изображать, смотря по вашему желанию, либо брус с углублением (задняя стенка углубления — плоскость AB), либо брус с выступающим шипом (передняя грань шипа — AB), либо открытую снизу часть пустого ящика, с прилегающей к стенкам изнутри дощечкой.

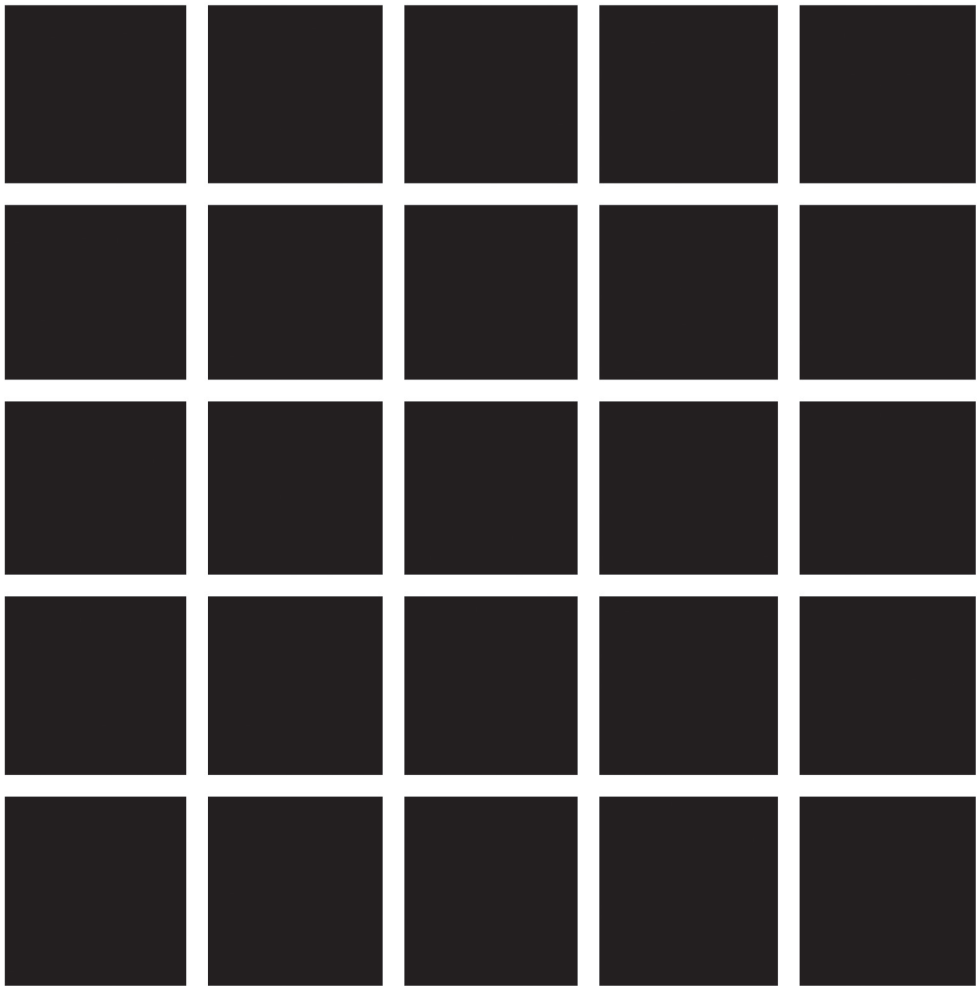


*Иллюстрация № 53 называется решеткой
Германа.*

*Лудимар Герман (21.10.1838–5.06.1914) —
немецкий физиолог и фонетик.*

№ 53

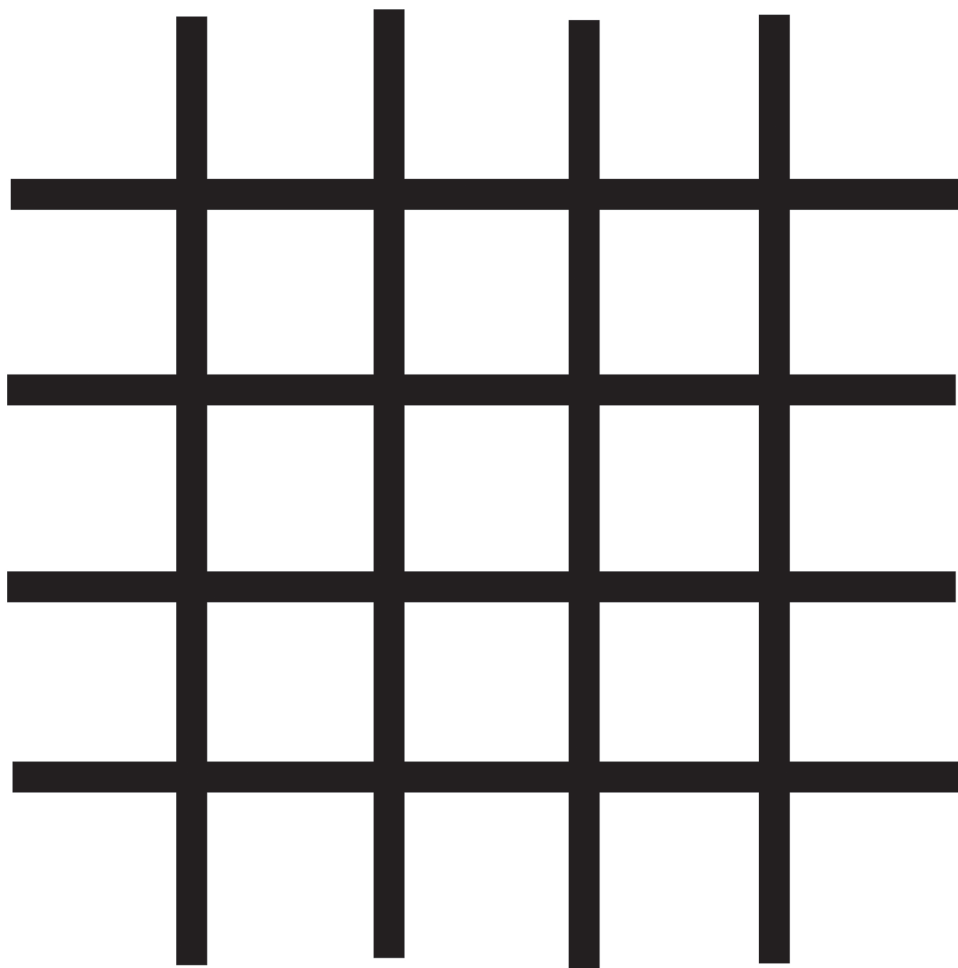
На пересечении белых полос этой фигуры появляются и исчезают, словно вспыхивая, желтоватые квадратные пятнышки. В действительности же, полосы совершенно белы по всей длине, в чем легко убедиться, закрыв бумагой прилегающие ряды черных квадратов. Это — следствие контраста.



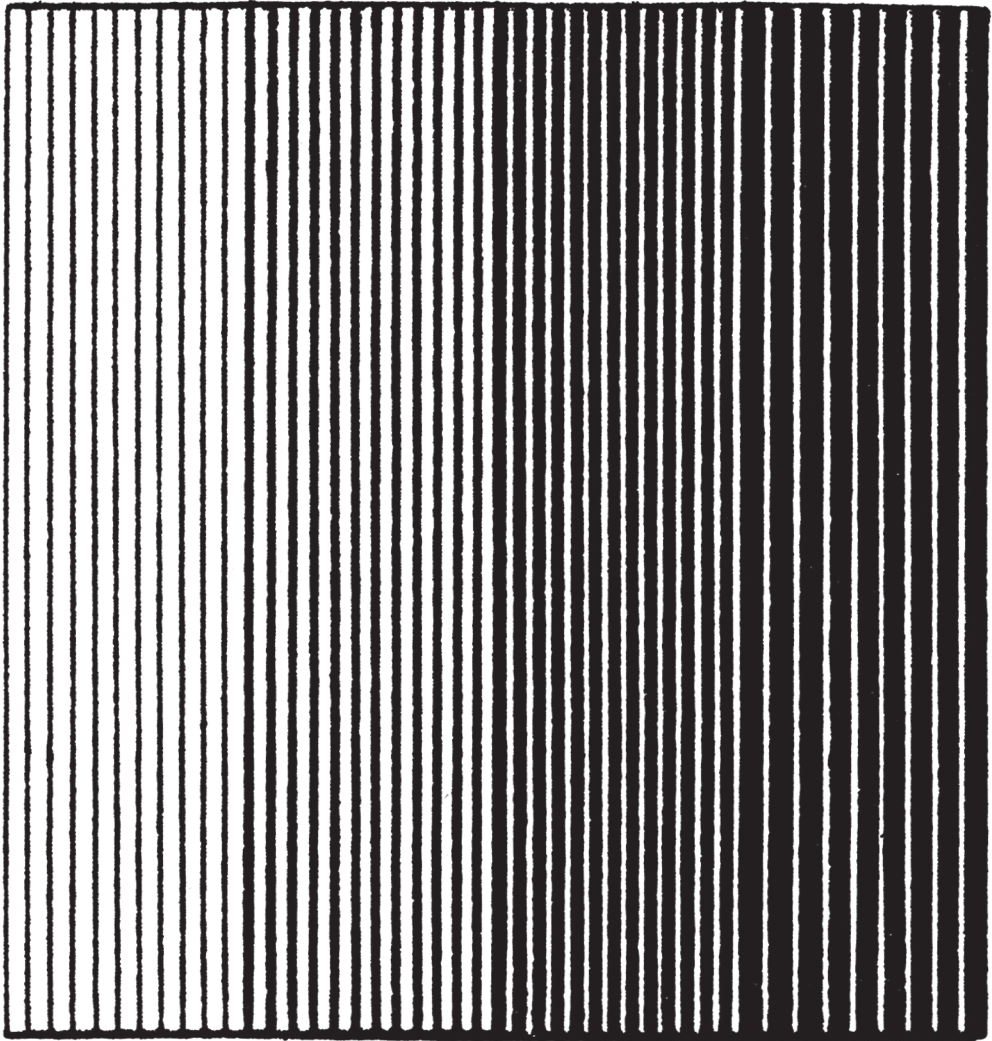
Частный случай решетки Германа (см. № 53).

№ 54

Видоизменение иллюзии рис. 53, — но здесь на пересечении черных полос появляются белые пятна.



№ 55



При рассматривании этой фигуры издали четыре ее полосы кажутся вогнутыми желобами; они представляются светлее у того края, который прилегает к соседней, более темной полосе. Но заслонив соседние полосы и исключив, таким образом, влияние контраста, можно удостовериться, что каждая полоса затенена равномерно.

К № 56.

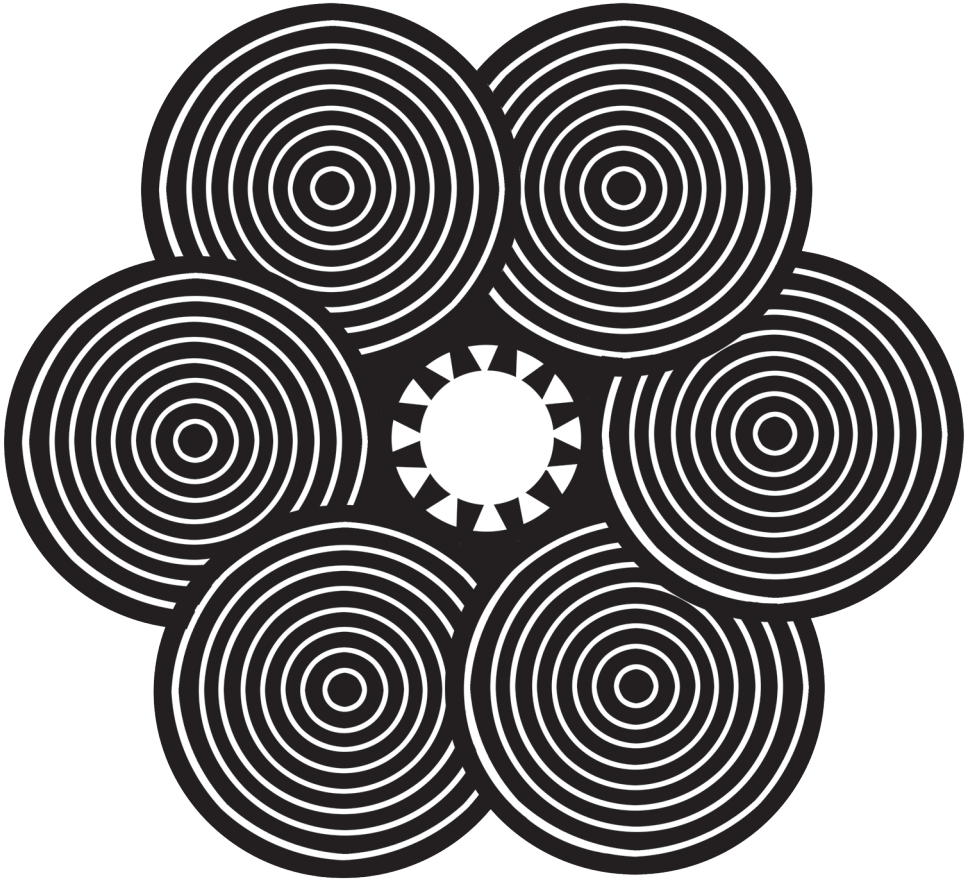
Смотрите пристально в течение минуты на какую-нибудь точку этого «негативного» портрета Ньютона, не двигая глаз; затем быстро перенесите взгляд на чистую бумагу, на светло-серый фон стены или потолка: вы увидите на мгновение тот же портрет, но черные пятна превратятся в белые и наоборот.

№ 56. Последовательное изображение



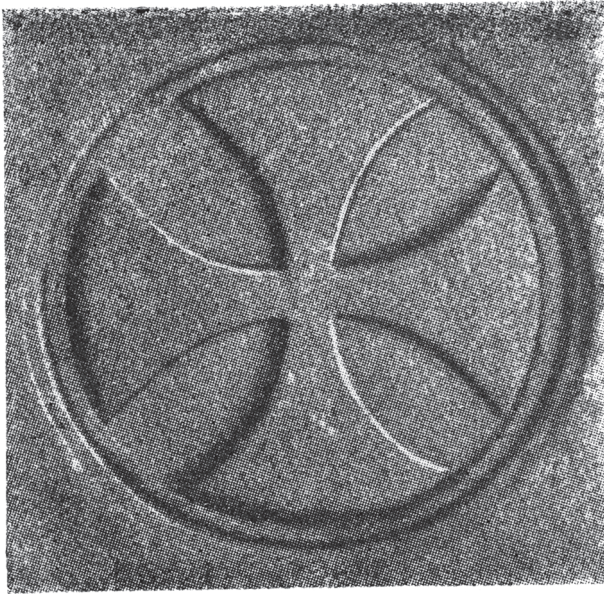
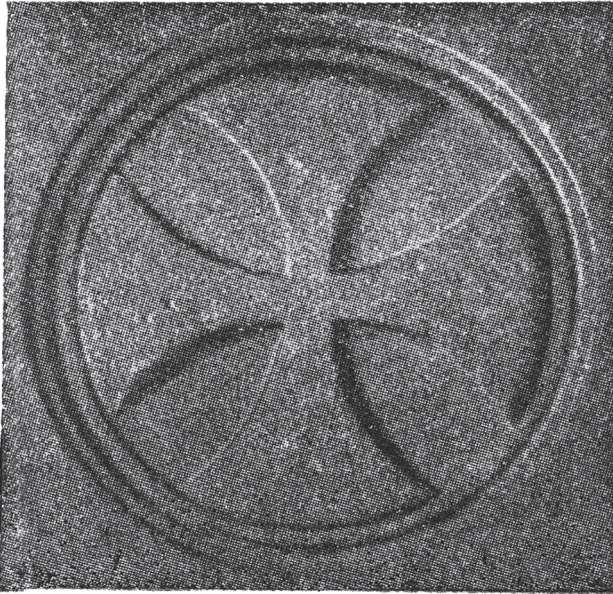
*Сильванус Филлипс Томпсон (19.06.1851–
12.06.1916), британский физик*

№ 57. Иллюзия Сильвануса Томпсона



Если сообщить этой фигуре вращательное движение (поворачивая книжечку), то все круги и белое зубчатое колесо будут казаться вращающимися, каждый вокруг своего центра, в ту же сторону и с такою же скоростью.

№ 58



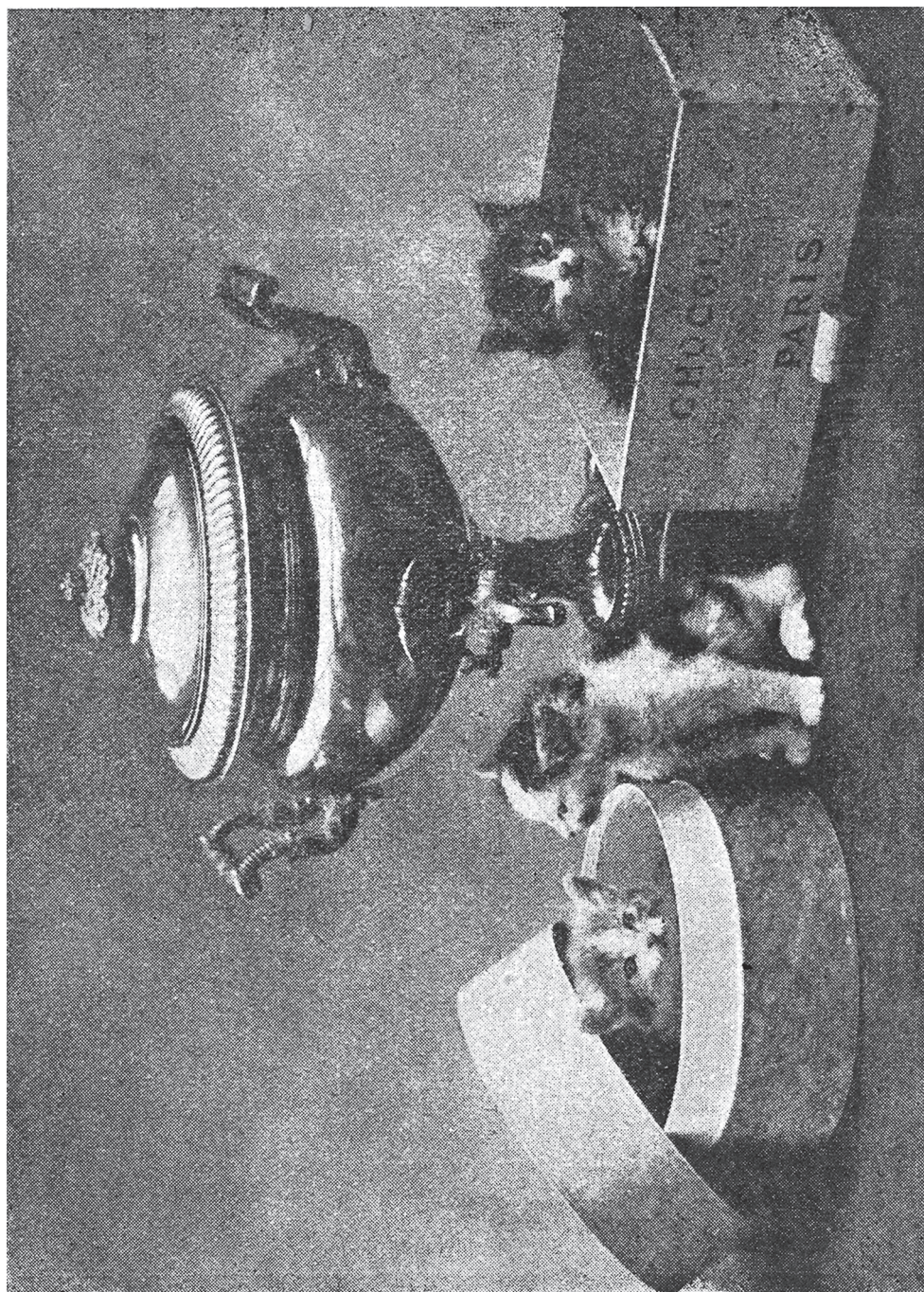
Налево вы видите выпуклый крест, направо — вдавленный.
Но переверните рисунок, и кресты обменяются местами. В действительности же, рисунки тождественны, только
несовершенно повернуты.

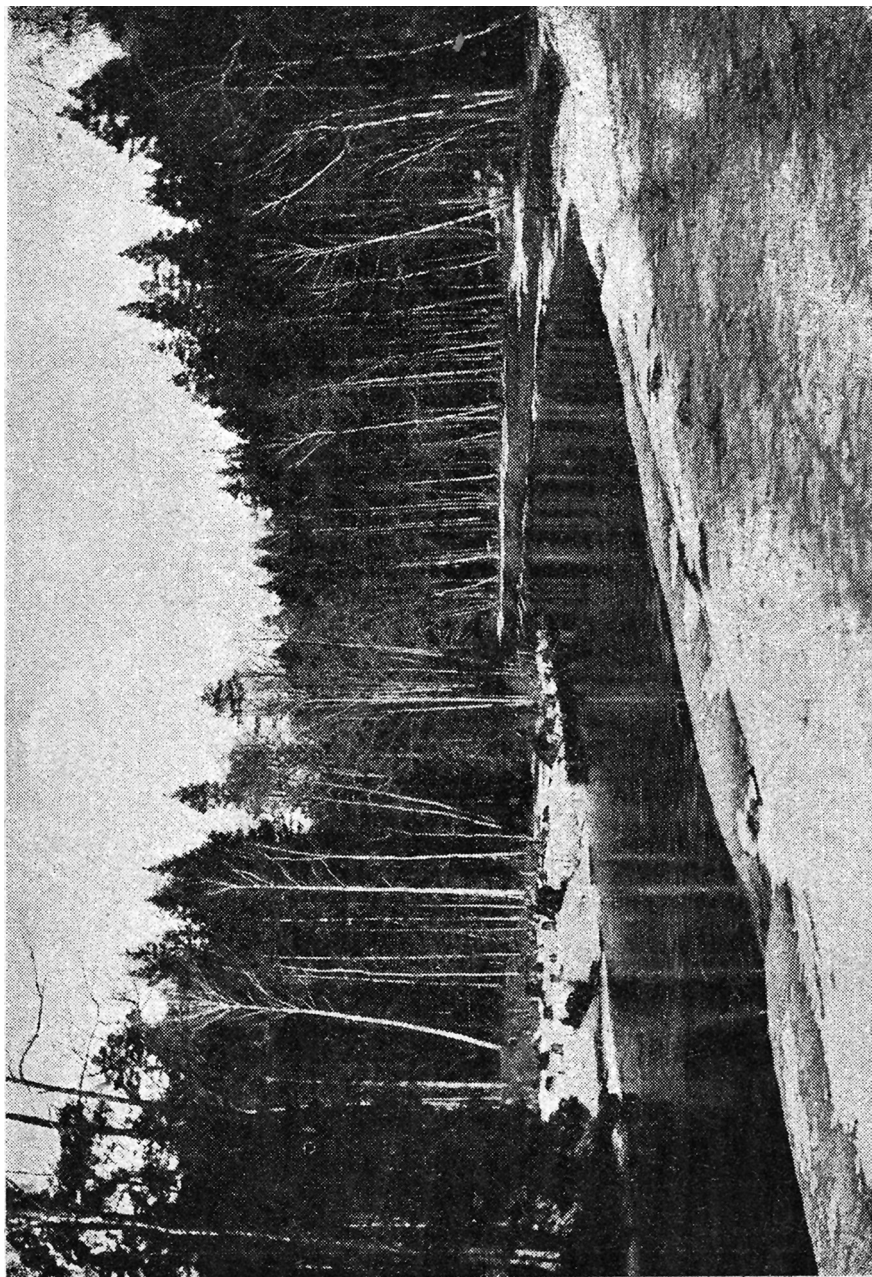
К № 59

Смотрите на эту фототипию одним глазом, поместив его против середины снимка в расстоянии 14–16 сантиметров: изображение приобретет глубину и рельефность.

При указанном положении глаз видит изображение из той же точки, из которой объектив фотографического аппарата «видел» натуру. Этим и объясняется живость впечатления.

№ 59





№ 60. Этот снимок следует рассматривать, как и предыдущий.
Ландшафт приобретает глубину, вода — блеск.

К № 61

Глаза и палец кажутся устремленными прямо на вас и следуют за вами, когда вы отклоняетесь от рисунка вправо или влево.

(См. объяснение на стр. 416 и след.).

(Рисунок взят с плаката о наборе солдат в американскую армию. Под ним была крупная надпись: «Вы мне нужны для армии США».)

№ 61. Иллюзия портрета

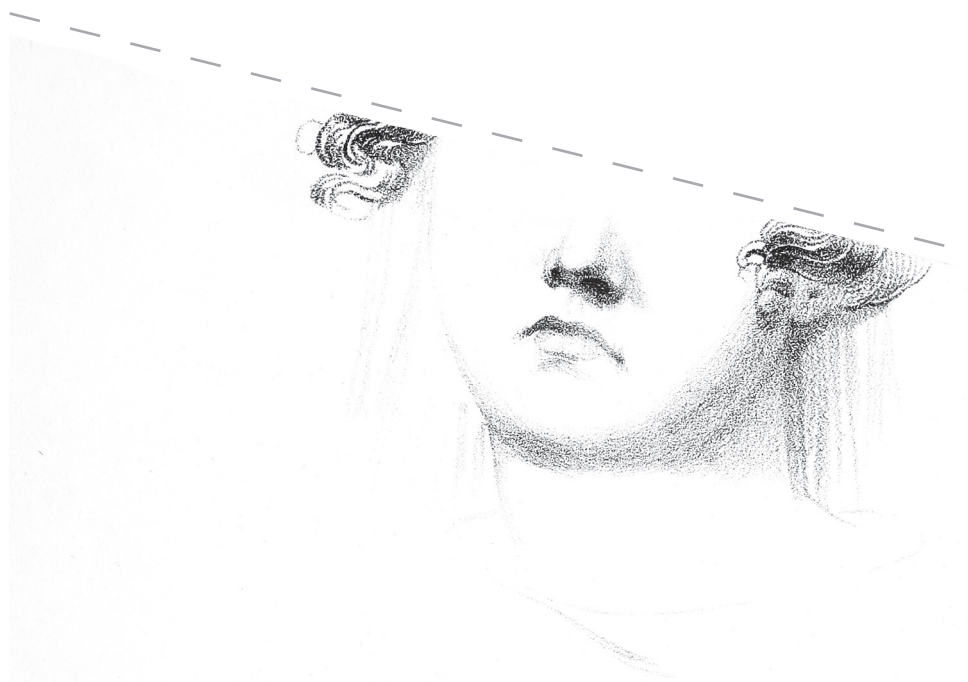


Эффект Воластона.

Вильям Хайд Воластон (06.08.1766–22.12.1828) — английский физик и химик, который открыл палладий (1803) и родий (1804), впервые получил (1803) в чистом виде платину. Открыл (1801) независимо от И. Риттера ультрафиолетовое излучение, сконструировал рефрактометр (1802) и гониометр (1809). В работе «О кажущемся направлении взгляда в портрете» исследовал независимость восприятия направления взгляда от изображения глаз.

На рисунках изменена только нижняя часть лица.

Рисунки к работе Воластона выполнил знаменитый английский портретист того времени Томас Лоуренс (13.04.1769–07.01.1830).





№ 62. Иллюзия портрета

Взгляд этой женщины кажется направленным влево. Отогните листок — и окажется, что те же глаза смотрят вправо.
(См. объяснение на стр. 416 и след.).

ЗАГАДОЧНЫЕ ПОРТРЕТЫ (К рис. № 61 и 62).

Издавна известна любопытная особенность некоторых портретов, словно следящих глазами за зрителем и даже поворачивающих все лицо в его сторону, откуда бы он ни смотрел на портрет. Особенность эта, пугающая нервных людей, многим кажется чем-то сверхъестественным и породила целый ряд суеверных представлений, легенд, фантастических рассказов (ср. «Портрет» Н.В. Гоголя). Между тем, причина этого интересного обмана зрения весьма проста.

Прежде всего, иллюзия эта не составляет особенности одних лишь портретов: она свойственна и другим картинам. Пушка, нарисованная или сфотографированная так, что она направлена на зрителя¹, поворачивает свое дуло в его сторону, когда он отодвигается от картины вправо или влево. От экипажа, который изображен едущим прямо на зрителя, также не удастся уклониться.

Все эти явления имеют одну общую и чрезвычайно простую причину. Если мы видим на картине дуло орудия нарисованным так, что оно направлено прямо к нам, то отодвигаясь в сторону, мы, конечно, увидим его в прежнем положении; для плоского изображения это вполне естественно, иначе и быть не может; но для настоящей пушки это возможно лишь тогда, когда она поворачивается в нашу сторону.

А так как, глядя на картину, мы представляем себе не ее, а изображенные на ней реальные предметы, то нам и кажется, что предмет переменил свое положение.

То же относится и к портретам. Если лицо изображено обращенным прямо к нам с устремленными на нас глазами, а мы, отойдя в сторону, вновь взгля-

¹ Такая фотография получается, если при съемке дуло орудия было обращено к объективу. Точно так же, если глаза фотографируемого смотрели при съемке в объектив, то на снимке они будут устремлены прямо на зрителя, откуда бы ни рассматривал он фотографию.

нем на него, то увидим, что положение лица относительно нас не изменилось (как не изменилось вообще ничего на картине); другими словами, мы замечаем, что голова словно повернула лицо в нашу сторону: ведь живое лицо, рассматриваемое сбоку, представляется в ином виде и может сохранить прежний вид только повернувшись в нашу сторону.

Когда портрет хорошо выполнен, эффект получается поражающий.

Ясно, что в этом свойстве портретов нет ничего удивительного. Гораздо удивительнее было бы, если бы такого свойства не было.

В самом деле, разве не было бы чудом, если бы, уклонившись от портрета в сторону, вы увидели боковую сторону лица? А ведь этого в сущности и ожидают все те, кто считает мнимый поворот лица на портрете чем-то сверхъестественным!

Что касается другой особенности портретов, иллюстрированной рис. 62-м, то она объясняется тем, что о направлении взгляда мы во многих случаях судим не столько по самим глазам, сколько по повороту лица, по положению носа, рта и т. д. Вот почему при повороте одной только нижней половины лица взгляд кажется изменившим свое направление, хотя положение глаз остается прежним. Это было отмечено еще сто лет назад известным английским химиком Вильямом Волластоном, из статьи которого и заимствован прилагаемый здесь рисунок 62-й. На нем же наглядно видно, что и о выражении глаз мы судим не столько по самим глазам, сколько по линиям рта: мечтательный взгляд, принадлежащий лицу на приклеенной бумажке (рис. № 62), превращается в лукавый на лице, нарисованном под приклейкой.

АЛФАВИТНЫЙ УКАЗАТЕЛЬ¹

Автотипий иллюзия, рис. 44
Астигматизм, рис. 5 и 6.
Бер Поль, стр. 310.
Боровко, Н.А., стр. 310.
Булавки воткнутые, рис. 49.
Волластон, стр. 139.
Воображение, иллюзии, зависящие от него, рис. 50-52.
Геринга иллюзия, рис. 36.
Глаза на портретах, стр. 311, 416–417; рис. 61 и 62.
Гоголя «Портрет», стр. 416.
Длина, ошибочные суждения о ней, рис. 9–11, 13–15, 17–21, 27, 29, 33, 45.
Живопись и иллюзии зрения, стр. 309–312.
Иррадиация, рис. 1 и 2.
Кант, стр. 312.
Кинематограф, рис. 7.
Контраст, рис. 53–55.
Курильной трубки иллюзия, рис. 27.
Лестница Шредера, рис. 51.
Мариотта опыт над слепым пятном, стр. 312 и рис. 3–4.
Мюллера-Лиэра иллюзия, рис. 9 и 10.
Направление, ложные суждения о нем, рис. 34–36, 39, 40.
Ньютона портрет, рис. 56.
Обстановки влияние, рис. 14 и 15.
Ольхин, П.М., стр. 310.
Параллельные линии, 34–36.

¹Указатель приведен из оригинального издания 1924 года. Номера страниц поставлены по настоящему изданию.

Перспектива, иллюзии, связанные с нею, рис. 45–49.
Поггендорфа иллюзия, рис. 30.
Портретов иллюзия, стр. 416–417; рис. 61–62.
Последовательные изображения, рис. 56.
Птолемей, стр. 311.
Расстояние, ложные суждения о нем, рис. 9–15, 20–26, 29, 46, 47.
Светил увеличение близ горизонта, стр. 311.
Селитренников, А.М., стр. 311.
Спираль мнимая, рис. 40.
Слепое пятно, рис. 3 и 4.
Сохранение зрительных впечатлений, рис. 7.
Типографского шрифта иллюзия, рис. 28.
Томпсона Сильвануса иллюзия, рис. 57.
Удлиненные рисунки, рис. 48.
Утомление сетчатой оболочки, рис. 8.
Форма, ошибочные суждения о ней, рис. 16–19, 31, 32, 33, 37–41.
Фотографических снимков иллюзия, рис. 59–60.
Хвольсон, О.Д., стр. 310.
Целльнера иллюзия, рис. 35.
Челпанов, Г., стр. 28.
Шредера лестница, рис. 51.
Эйлер, стр. 309.

ОДНИМ

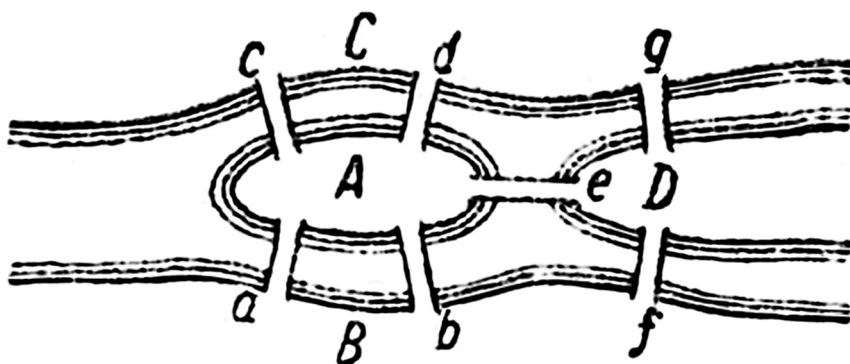


РОСЧЕРКОМ

Задача о кенигсбергских мостах

Внимание гениального математика Эйлера привлекла однажды своеобразная задача, которую он высказал в такой форме:

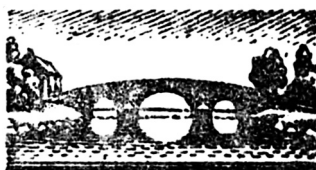
«В Кенигсберге есть остров, называемый Кнейпгоф. Река, омывающая его, делится на два рукава (рис. 284), через которые перекинуто семь мостов: а, б, с, d, e, f, g.



Можно ли обойти все эти мосты, не побывав ни на одном из них более раза?

Некоторые утверждают, что это возможно. Другие, напротив, находят такое требование неосуществимым».

Каково же ваше мнение, читатель?



Что такое топология?

Задаче о кенигсбергских мостах Эйлер посвятил целое математическое исследование, которое было в 1736 году представлено в Петербургскую Академию наук. Работа эта начинается следующими строками, определяющими, к какой области математики относятся подобные вопросы:

«Кроме той отрасли геометрии, которая рассматривает величины и способы измерения и которая тщательно разрабатывалась еще в древности, Лейбниц первый упомянул о другой отрасли, названной им «геометрией положения». Эта отрасль геометрии занимается только порядком расположения частей фигуры друг относительно друга, отвлекаясь от их размеров.

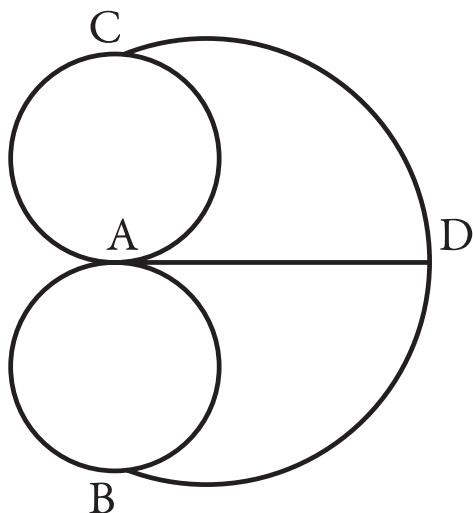
Недавно мне пришлось слышать об одной задаче, относящейся к геометрии положения, и я решил изложить здесь в виде примера найденный мной способ решения этой задачи».

Эйлер имеет в виду задачу о кенигсбергских мостах.

Рассуждений великого математика мы здесь излагать не станем, а ограничимся сейчас краткими соображениями, подтверждающими его окончательный вывод. Он состоит в том, что требуемый задачей обход невыполним.

Разбор задачи

Для наглядности заменим рисунок расположения речных рукавов упрощенной схемой (рис. 285). В предложенной задаче размер острова и длина мостов никакого значения не имеют (такова, мы знаем, характерная особенность всех топологических задач: они не зависят от относительных размеров частей фигуры). Поэтому мы можем местности А, В, С, D заменить на схеме точками соответствующего наименования, в которых встречаются пути обхода. Задача сводится теперь, как видим, к тому, чтобы начертить фигуры одним



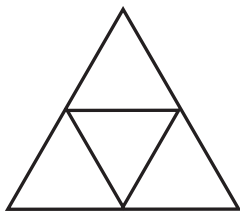
росчерком, не отрывая пера от бумаги и не проводя ни одной линии дважды.

Покажем, что фигуру нашу начертить одним росчерком нельзя. В самом деле, в каждую из узловых точек А, В, С, D надо прийти по одному из путей и затем эту точку покинуть по другому пути; исключение составляют только начальная и конечная точки: в первую не надо ниоткуда приходить, вторую нет надобности покидать. Значит, для возможности непрерывного обхода нашей фигуры необходимо, чтобы во всех узловых точках, кроме двух, случилось либо по два, либо по четыре

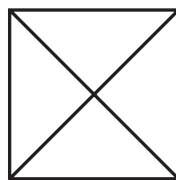
пути — вообще четное число путей. В нашей же фигуре в каждой из точек А, В, С, D сходится как раз нечетное число линий. Поэтому начертить ее одним росчерком нельзя; невозможно, следовательно, и обойти кенигсбергские мосты требуемым образом.

Семь задач

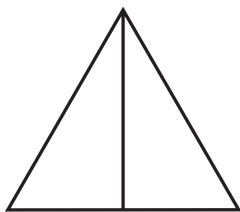
Попытайтесь нарисовать одним росчерком каждую из следующих семи фигур. Помните требования: начертить все линии заданной фигуры, не отрывая пера от бумаги, не делая никаких лишних штрихов и не проводя дважды ни одной линии.



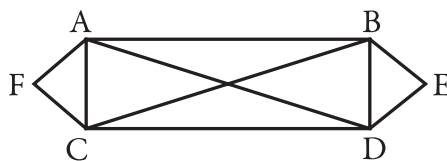
1.



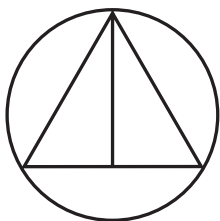
4.



2.



5.



3.



6.



7.

Немного теории

Попытки вычерчивания непрерывной линией фигур 1—6 приводят к неодинаковым результатам. Некоторые фигуры удастся вычерчивать, с какой бы точки ни начинать вести первую линию. Другие вычерчиваются одним росчерком в тех лишь случаях, когда начинают с определенных точек. Наконец, третьи вовсе не поддаются вычерчиванию одной непрерывной линией. Чем обусловлено подобное различие? Существуют ли признаки, позволяющие

установить заранее, поддается ли данная фигура вырисовыванию одним росчерком, и если поддается, то с какой точки следует начинать черчение?

Теория дает на эти вопросы исчерпывающие ответы, и мы сейчас познакомимся с некоторыми положениями этой теории.

Условимся называть «четными» те точки фигуры, в которых сходится четное число линий, в отличие от точек «нечетных», в которых встречается нечетное число линий.

Можно доказать (приводить доказательств не станем), что какова бы ни была фигура, нечетных точек в ней либо нет совсем, либо их имеется две, четыре, шесть — вообще четное число.

Если нечетных точек в фигуре нет, то она всегда поддается вырисовыванию одним росчерком, безразлично, с какого места ни начинать черчение. Таковы фигуры 1 и 5.

Если в фигуре имеется только одна пара нечетных точек, то такую фигуру можно нарисовать одним росчерком, начав черчение в одной из нечетных точек (безразлично в какой). Легко сообразить, что вычерчивание должно оканчиваться во второй нечетной точке. Таковы фигуры 2, 3, 6; в фигуре 6, например, вычерчивание надо начинать либо из точки А, либо из точки В.

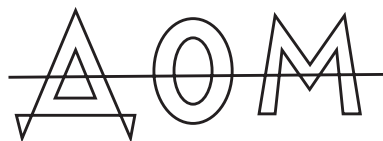
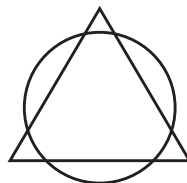
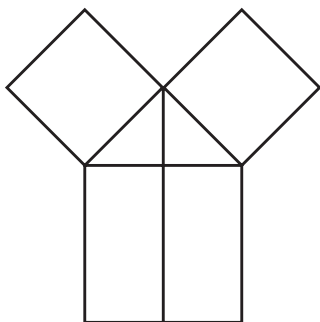
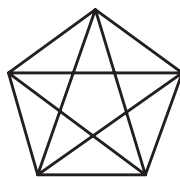
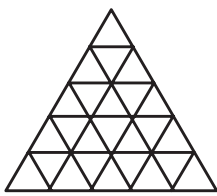
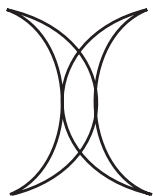
Если фигура имеет более одной пары нечетных точек, то она вовсе не может быть нарисована одним росчерком. Таковы фигуры 4 и 7, содержащие по две пары нечетных точек.

Сказанного достаточно, чтобы безошибочно распознавать, какие фигуры нельзя нарисовать одним росчерком и какие можно, а также, с какой точки надо начинать вычерчивание. Профессор В. Арене предлагает руководствоваться далее правилом: «Все уже начерченные линии заданной фигуры надо считать отсутствующими и при выборе очередной линии следить за тем, чтобы фигура сохранила цельность (не распалась), если эта линия также будет изъята из чертежа».

Положим, например, что вычерчивание фигуры 5 начато по такому пути: ABCD. Если теперь провести линию DA, то останутся недочерченными две фигуры — ACF и BDE, которые между собой не связаны (фигура 5 распалась). Тогда, закончив фигуру AFC, мы не сможем перейти к фигуре BDE, так как не будет недочерченных линий, их связывающих. Поэтому, пройдя путь ABCD, нельзя идти дальше по линии DA, и следует, сначала обчертить путь DBED и затем по оставшейся линии DA перейти к фигуре AFC.

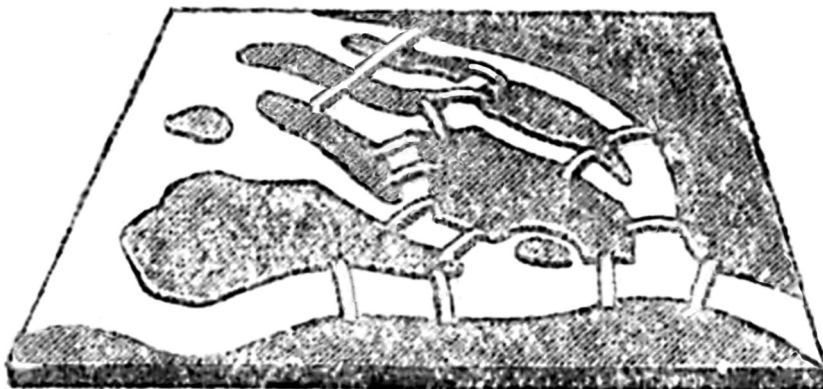
Еще семь задач

Начертите одним росчерком следующие фигуры:



Мосты Ленинграда

В заключение предлагаем задачу, составляющую сюжет одного из экспонатов математического зала Дома занимательной науки. Задача состоит в том, чтобы пройти по 17 мостам, соединяющим участки изображенной здесь территории Ленинграда, не побывав ни на одном мосту два раза. В отличие от кенигсбергской задачи, требуемый обход на этот раз выполним, и наш читатель достаточно вооружен теперь теоретически, чтобы справиться с задачей самостоятельно.



СОДЕРЖАНИЕ

ФОКУСЫ

Чудо нашего века (Рассказ)	7
Простые фокусы	33

РАЗВЛЕЧЕНИЯ

Комнатные игры	51
Развлечения с бумагой и ножницами	59
Занимательные рисунки	65

ЗАДАЧИ И ГОЛОВЛОМКИ

Веселая арифметика	81
Пестрые задачи	86
Замысловатые перестановки	92

РАЗГАДКИ, ОТВЕТЫ, РЕШЕНИЯ

121

ЧИСЛА-ВЕЛИКАНЫ

Выгодная сделка	131
Городские слухи	137
Награда	141
Легенда о шахматной доске	149
Быстрое размножение	155
Бесплатный обед	159

МЕЖДУ ДЕЛОМ

Ножницы и бумага	167
<i>Одним взмахом на три части. — Поставить полоску на ребро. —</i>	
<i>Заколдованные кольца. — Неожиданные результаты разрезания. —</i>	
<i>Бумажная цепь. — Продеть себя через листок бумаги. — Устойчивая монета.</i>	

Развлечения с монетами.....	175
<i>Видимая и невидимая монета. — Бездонный стакан. — Куда девалась монета? — Задачи на размещение монет. — В какой руке гривенник? — Игра с перекладыванием монет. — Индусская легенда. — Решения задач.</i>	

Завтрак с головоломками.....	185
<i>Полтинник и гривенник. — Как мерить и взвешивать с помощью монет. — Великан и карлики. — Монета в 1000 рублей. — Два арбуза. — Геометрия торговцев. — Вес рыбы. — Задача о равноволосых людях. — Головы и ноги. — Два гренадера. — Пароход и щепка. — Отгадывание задуманных чисел и спичек.</i>	

Блуждание в лабиринте	197
<i>Блуждание в лабиринте. — Люди и крысы. — Правило правой или левой руки. — Лабиринты в древности. — Турнефор в пещере. — Решение задачи о лабиринтах.</i>	

ДЛЯ ЮНЫХ ФИЗИКОВ

Предисловие	209
Наставление Тиндаля	210

1. Искуснее Колумба	211
2. Центробежная сила	213
3. Пятнадцать вертушек	215
4. Удар	221
5. Яйцо в стакане	222
6. Необычайная поломка	223
7. Наподобие подводной лодки	225
8. Бездонный стакан	226
9. Плавающая игла	227
10. Водолазный колокол	229
11. Тяжелая газета	230
12. Почему не выливается?	233
13. Сухим из воды	234
14. Парашют	235
15. Змея и бабочки	237
16. Лед в бутылке	239
17. Огонь с помощью льда	240
18. Прорезать лед, оставив его целым	241
19. Передача звука	242
20. Колокол	245
21. Измерить силу света	246

22. Вниз головой.....	248
23. Биение пульса	249

Обманы зрения

24. Что длиннее?.....	251
25. Вкривь и вкось	252
26. Вращающиеся круги.....	253
27. Перевернутая булавка	254
28. Странные портреты	256
29. Магнитная игла	257
30. Магнитный театр.....	258

Электрическое притяжение

31. Наэлектризованный гребень.....	259
32. Послушное яйцо	260
33. Притяжение жидкостей	261
34. Взаимодействие	262
35. Электрическое отталкивание.....	262
36. Наэлектризованная газета	264
37. Электрическая пляска	264
38. Громоотвод	265
39. Наэлектризованные мыльные пузыри	266
40. Одна из особенностей электричества.....	266

НАУЧНЫЕ ЗАДАЧИ И РАЗВЛЕЧЕНИЯ

(головоломки, опыты, занятия)

Глава I. ГОЛОВОЛОМКИ

1. Коварный пенъ	271
2. Циферблат	272
3. От Казани до Астрахани.....	272
4. Магические квадраты из домино	272
5. Магическая звезда	273

Глава II. ИЗ ОБЛАСТИ ФИЗИКИ

6. Фонтан в опрокинутой банке	274
7. Чтобы не утонуть.....	274
8. Загадка пульверизатора	275
9. Зажигание льдом	276
10. Бумажный бумеранг	277
11. Всегда ли легко задуть свечу?.....	278
12. Самодельные весы.....	278
13. Картонный уровень	279

Глава III. БУМАГА, КАРАНДАШ, НОЖНИЦЫ

14. Волшебные кубики	281
15. Театр теней.	281
16. Бумажная коробка.	283
17. Советская звезда	283
18. Пятиконечная звезда	284
19. Герб СССР.....	285
20. Звезды из газетной бумаги	285
22. Разрезать квадрат.....	286
22. Три пересекающихся круга.....	286

РЕШЕНИЕ ЗАДАЧ.....	288
---------------------------	------------

НЕ ВЕРЬ СВОИМ ГЛАЗАМ!.....	293
-----------------------------------	------------

ОБМАНЫ ЗРЕНИЯ

Оптические иллюзии	309
Альбом иллюзий зрения	313
Загадочные портреты	416
Алфавитный указатель	418

ОДНИМ РОСЧЕРКОМ

Задача о кенигсбергских мостах	423
Что такое топология?	424
Разбор задачи	424
Семь задач	425
Немного теории	425
Еще семь задач.....	427
Мосты Ленинграда	427

Яков Исидорович Перельман
ГОЛОВОЛОМКИ, ФОКУСЫ И РАЗВЛЕЧЕНИЯ

БИБЛИОТЕКА МИРОВОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

Том 208

На основании п. 2.3 статьи 1 Федерального закона № 436-ФЗ от 29.12.2010
не требуется знак информационной продукции, так как данное издание
классического произведения имеет значительную историческую,
художественную и культурную ценность для общества

Верстка: *Андрей Кутковой*

Обработка иллюстраций:

М. Судакова (стр. 1–126),

А. Яскевич (стр. 127–206, 293–420),

В. Шабловский (стр. 207–292)

Корректурa: *Надежда Павленко, Светлана Булгакова*

Дизайн обложки, подготовка к печати

А. Яскевича

Гарнитура Гарамонд Премьер Про

12 кегль

Сдано в печать 09.12.2023

Объем 27 печ. листов

Тираж 3000 экз.

Заказ № 26606

Бумага

Сыктывкарская книжная кремовая офсетная 60 г/м²



ООО «СЗКЭО»

Телефон в Санкт-Петербурге: +7 (812) 365-40-44

E-mail: knigi@szko.ru

Интернет-магазин: www.szko.ru

Отпечатано в типографии ООО «ЛД-ПРИНТ»,
196643, Россия, г. Санкт-Петербург, п. Сапёрный,
ш. Петрозаводское, д. 61, строение 6,
тел. (812) 462-83-83, e-mail: office@ldprint.ru.



В 1910 году выпускник Лесного института Яков Перельман принес Петру Петровичу Сойкину свою рукопись «Занимательная физика». Название удивило известного петербургского издателя. Не веря, что скучная физика может быть увлекательной, он отложил в сторону сочинение никому тогда не известного Перельмана на два долгих года. Когда же Сойкин все же удосужился прочесть рукопись, то сразу понял, что такая книга может стать бестселлером. И он оказался прав! «Занимательная физика» стала первым трудом Якова Исидоровича в длинном ряду последующих его книг, которыми до сих пор зачитываются миллионы поклонников писателя.

Занимательно о науке в России писали и до Перельмана, однако в первой половине XX века именно он стал наиболее успешным профессиональным отечественным популяризатором. Он состоял в переписке с крупнейшими учеными и писателями мира, написал более сотни научно-популярных книг, общий тираж которых в последней четверти минувшего века перевалил за 10 миллионов.

В чем секрет такого успеха? Перельману повезло с учителями. В Белостокском училище физику и математику ему преподавали выпускники Петербургского университета, в Лесном институте лекции вели блестящие профессора. Перельман много читал, что очень важно — конспектировал все наиболее интересное, постепенно накапливая материал для своих будущих книг. Он вставлял в них любопытнейшие примеры из истории науки и литературы; в книгах Перельмана таких отсылок более семисот! Помимо этого Яков Исидорович умело использовал легенды, приводил парадоксы, ошарашивал читателей фантастическими предположениями, стимулирующими воображение. Неудивительно, что его книги постоянно переиздавались. Сам Перельман считал, что они прекрасно подходят «для полезной и приятной умственной гимнастики, для изощрения сообразительности и находчивости». Именно поэтому книги Перельмана не устаревают: они подобны гантелям, которые помогают нам поддерживать должную физическую форму.

Такими качествами обладает и данный сборник. В него включены описания нескольких сотен различных фокусов, задач и головоломок, в том числе увлекательные развлечения с бумагой, с монетами и с другими повседневными предметами. В нем вы найдете загадки для юных физиков, истории про числа-великаны, описания оптических иллюзий и опытов с применением электростатики, а также рассказ об удивительной методике развития памяти.

